

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Poblaciones de Microartrópodos del Suelo de una  
Comunidad del Cerro Verde

RENE ALBERTO MAZARIEGO RIOS

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA



SAN SALVADOR, ABRIL DE 1988.

INVENTARIO: 19200859

S  
6  
p  
3

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

631.46  
M475p  
1988

POBLACIONES DE MICROARTROPODOS DEL SUELO  
DE UNA COMUNIDAD DEL CERRO VERDE

RENE ALBERTO MAZARIEGO RIOS  
TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, ABRIL DE 1988.

Donada por  
Linda Matthea Nooni  
de Rosales

031046  
M475p  
1988  
C1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

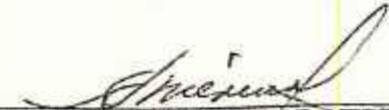
"POBLACIONES DE MICROARTIPODOS DEL SUELO  
DE UNA COMUNIDAD DEL CERRO VERDE"

RENE ALBERTO MAZARIEGO RIOS

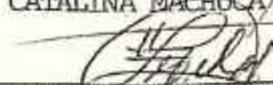
TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN BIOLOGIA

DECANO:

  
CATALINA MACHUCA DE MERINO

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO:

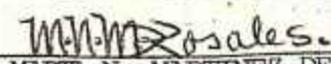
  
ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

ASESOR:

  
VICTOR MANUEL ROSALES

JURADO:

  
MARIO ENRIQUE ESTRADA A.

  
MARIA N. MARTINEZ DE ROSALES

  
JORGE ALCIDES SANTAMARIA

DEDICATORIA

A Lic. M.Sc. Marta Pérez Cervantes  
y Dr. Inf. Nery Adolfo Herrera  
in memoriam

A mi padre: Américo Mazariego Ríos

A mis hermanos, mi esposa e hijos

Y especialmente a mi madre:

Ely Ríos de Mazariego

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Sr. Víctor Manuel Marín y al personal de guardabosques del Cerro Verde por facilitar mi permanencia en el lugar cuanta vez fue necesario. De manera especial expreso mi agradecimiento al Lic. Víctor Manuel Rosales ya que gracias a sus sugerencias y orientación este trabajo adquirió mejor sentido y validez.

Además a la Lic. M.Sc. Norma Sandra Azucena de Reyna, quien me incentivó y colaboró en la realización del trabajo.

Agradezco también a la Srita. Leticia del Tránsito Quiñónez, por el esmero, la paciencia y la eficiencia en el trabajo de mecanografía.

Finalmente al Jurado Examinador por las observaciones y sugerencias para mejorar este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	v
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
MATERIALES Y METODOS	12
1. Area de Estudio	12
1.1 Vegetación	15
1.2 Suelo	15
1.3 Clima	18
2. Técnicas de Campo	18
3. Técnicas de Laboratorio	19
3.1 Extracción	19
3.2 Clasificación y Recuento	21
4. Análisis Estadístico	21
RESULTADOS	26
DISCUSION	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
LITERATURA CITADA	60
ANEXO	

## RESUMEN

El presente estudio se realizó de Enero a Marzo y Mayo a Julio de 1982 y consistió en determinar los grupos taxonómicos de microartrópodos presentes en el suelo de una comunidad de la ladera suroeste del Cerro Verde. Además los valores de densidad y frecuencia relativa, índice de valor de importancia (I.V.I.) y tipos de distribución para cada grupo observado, así como también la relación entre los valores mensuales de población y de precipitación pluvial, como el índice de comunidad entre los meses en que se efectuó el estudio.

Se empleó el método de los embudos de Tullgren para la extracción de los microartrópodos a partir de 180 muestras colectadas a razón de quince muestras cada dos semanas durante el período de estudio.

Se determinaron 17 grupos, de los cuales Acarina, Collembola, Araneae y estadíos inmaduros de Insecta fueron dominantes durante todo el período de estudio, con los valores más altos de población, frecuencia y densidad relativa. Estos mismos grupos presentaron el tipo de distribución agregada, principalmente los dos primeros. Los trece grupos restantes, con valores bajos de población, presentaron principalmente los tipos de distribución al azar y uniforme.

Los valores altos de índice de comunidad calculados -

entre los diferentes meses, reflejaron poca diferencia en cuanto a los grupos taxonómicos observados en el estudio.

Los valores más altos de población de la mayoría de grupos de microartrópodos observados se obtuvieron durante los meses con valores bajos de precipitación pluvial (Enero, Febrero y Marzo), disminuyendo estas poblaciones en los meses más lluviosos (Mayo, Junio y Julio), lo cual hizo suponer un probable efecto negativo de la lluvia sobre los micro artrópodos en estos meses.

Lo anterior se comprobó mediante un análisis de varianza y por medio de la prueba de Duncan, las cuales revela ron significancia en las diferencias de los promedios mensua les de población total entre los meses comprendidos en la es tación seca y los de la lluviosa; habiéndose determinado una correlación negativa entre los valores de población y los de precipitación, a través del cálculo del coeficiente de corre lación.



## LISTA DE TABLAS

UES BIBLIOTECA FAC.  
C.C. N.N. Y MM

INVENTARIO: 19200859

PAGINA

TABLA 1: Número de individuos y grupos taxonómicos para cada área de muestreo.	28
TABLA 2: Número de individuos y grupos taxonómicos para cada mes	29
TABLA 3: Valores de frecuencia relativa	30
TABLA 4: Valores de densidad relativa	31
TABLA 5: Valores mensuales de I.V.I.	32
TABLA 6: Valores del índice de comunidad	34
TABLA 7: Valores del índice de Lexis	35
TABLA 8: Valores de población expresados en individuos/m <sup>2</sup> /mes	36
TABLA 9: Cuadro resumen del análisis de varian-za con prueba de F.	44
TABLA 10: Triángulo para la prueba de Duncan	46

## LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA 1: Mapa de El Salvador mostrando la ubicación del Cerro Verde.	13
FIGURA 2: Croquis del Cerro Verde, en donde se muestra la ubicación del área de muestreo.	14
FIGURA 3: Set de cinco embudos de Tullgren	22
FIGURA 4: Curvas de población total	39
FIGURA 5: Curvas de población para Araneae y Acarina.	39
FIGURA 6: Curvas de población para Diplopoda, Chilopoda y Pseudoescorpionida	40
FIGURA 7: Curvas de población para Paupoda y Symphyla.	40
FIGURA 8: Curvas de población para Diplura y Protura.	41
FIGURA 9: Curvas de población para Collembola	41
FIGURA 10: Curvas de población para Thysanoptera y Corrodentia.	42
FIGURA 11: Curvas de población para Hemiptera y Homoptera.	42
FIGURA 12: Curvas de población para Hymenoptera y Coleoptera.	43
FIGURA 13: Curvas de población para los estados inmaduros de Insecta.	43
FIGURA 14: Diagrama de dispersión para población y precipitación pluvial.	47

## INTRODUCCION

Todo ecosistema presenta dos componentes bióticos fundamentales: uno autotrófico y otro heterotrófico. Estos se disponen de tal forma que el primer componente se localiza en los estratos altos donde la energía de la luz es más disponible, mientras que la actividad del segundo, que es más intensa se realiza en los suelos y sedimentos a través de las cadenas alimenticias de detritos. En éstas el material vegetal y animal es descompuesto por la microfauna y microflora del suelo, desdoblando el material depositado y obtienen así el material orgánico y la energía que requieren, a la vez que liberan sustancias que pueden ser utilizadas por los organismos autótrofos (Odum, 1972).

Anderson & Sedell (1979), sostienen que la mayor parte de la energía fijada por los organismos autótrofos es transferida probablemente a través de las vías de detritos, más que en las cadenas de pastoreo.

Los microartrópodos se encuentran entre los organismos abundantes en el suelo, relacionados con los procesos de descomposición de detritos, siendo su principal función triturar el material orgánico depositado y servir como agentes de dispersión de hongos y bacterias, ya que son capaces de transportar grandes cantidades de estos microorganismos descomponedores (Kühnelt, 1963; Curry, 1969).

El estudio de estos componentes heterotróficos es importante para el conocimiento de la estructura y función de los ecosistemas, principalmente en un bosque, donde las cadenas alimenticias de detritos constituyen la principal ruta en el flujo de energía (De La Cruz Acosta, 1964).

Por otro lado, Butcher et. al (1971), señalan la importancia de estos organismos en los procesos fundamentales de humificación y en la fertilidad de los suelos, y que las prácticas agronómicas o de protección de plantas pueden afectarlos adversamente.

La necesidad del conocimiento de estos organismos heterótrofos para la comprensión de la estructura y función de ecosistemas terrestres motivó la realización del presente trabajo, el cual consistió en determinar grupos taxonómicos de microartrópodos edáficos de una comunidad de bosque nebuloso tropical, sus valores de población y si éstos son afectados por los cambios del régimen de lluvia en un período determinado.

## REVISION DE LITERATURA

Se han realizado estudios en los que se tratan algunos aspectos relacionados con los microartrópodos que habitan en el suelo. Algunos de éstos hacen énfasis en la diversidad de los microartrópodos en suelos de diferentes ecosistemas y en el litter, el cual comprende la primera capa superficial del suelo formada por "el conjunto de hojas, ramitas caídas, muertas o moribundas, pecioladas o no, cuya coloración varía entre el verde, dorado, amarillo verdoso, castaño amarillento y castaño" (Gamundi et al., 1977; citado por Girón, 1982).

De La Cruz Acosta (1964), en un estudio sobre detritos en un bosque bajo húmedo de montaña en Costa Rica, determinó los microartropodos presentes en la capa de litter, utilizando el método del embudo de Berlese para la extracción de la microfauna a partir de muestras de 10 grs., confinadas en bolsas de mallas y expuestas en el suelo del bosque durante diferentes períodos. Observó que Collembola y Acarina resultaron ser los grupos que predominaron sobre otros como Miriapoda, Diptera, Araneae, Mollusca y larvas de Insecta.

Curry (1969), en un estudio efectuado en un pastizal en Celbridge, Inglaterra, estimó los porcentajes de descomposición de restos de grama y el rol de los invertebrados edáficos en dicho proceso, colocando muestras de 20 grs. en bolsas de malla confinadas en la superficie del suelo y otras -enterradas a diferentes profundidades (entre 7.5 y 10 cm.)

Este autor observó grandes poblaciones de Nematoda, Enchitracidae y pequeños artrópodos, principalmente en el caso de algunas muestras enterradas en las que se registraron altas poblaciones de Collembola.

Herrera de Fournier & Fournier (1977), investigaron la producción, descomposición y los microartrópodos del mantillo de un potrero, y tres bosques de 11, 21 y 30 años de edad en Ciudad Colón, Costa Rica, utilizando el método del embudo de Berlesse para la extracción de la microfauna. En este estudio se observó que el mantillo del bosque de 30 años presentó mayor diversidad de invertebrados que los otros sitios, habiéndose registrado un total de 15 grupos taxonómicos, mientras que en los bosques de 21 y 11 años, así como en el potrero, se registraron un total de 13, 9 y 6 grupos respectivamente. Los grupos de invertebrados mejor representados fueron: Acarina, Formicidae y Coleoptera, constituyendo el 70% de todos los extraídos del mantillo. En este estudio fueron notorios los bajos valores de población de Collembola, que junto con Acarina y otros microorganismos son abundantes y representativos de la microfauna edáfica.

Serafino & Fraile Merino (1978), estudiaron los microartrópodos edáficos en plantaciones de "café", "yuca", "maíz", un pastizal y un bosque en Costa Rica, empleando el método de los embudos de Tullgren para la extracción de la microfauna a partir de muestras de suelo de 250 c.c., tomadas a profundida

das que oscilaron entre 5 y 20 cm. Los suelos en los que se observó más diversidad de grupos taxonómicos fueron en la plantación de "café" y en el bosque, mientras que en el pastizal y en la plantación de "maíz", se observó menos diversidad. Los microartrópodos que se observaron en los suelos de todos los sitios estudiados fueron: Collembola, Protura, Acarina, Araneae, Symphyla, Pauropoda y Diplopoda. Diplura e Isopoda se observaron únicamente en la plantación de "café" y en el bosque, mientras que Pseudoescorpionida solamente en el bosque. Otros microartrópodos encontrados en algunos de los sitios estudiados fueron: Chilopoda, Palpigrada, Insecta (larvas y adultos).

Prailc Merino & Serafino (1978), realizaron un estudio sobre microartrópodos edáficos en un cafetal en Costa Rica, utilizando el método de los embudos de Tullgren para la extracción de la microfauna a partir de muestras de suelo de 250 c.c. encontrando que los grupos taxonómicos predominantes fueron: - Collembola, Acarina, Homoptera, Palpigrada, Pauropoda, Symphyla, Diplura y Protura.

Otro aspecto relacionado con los microartrópodos edáficos es el que se refiere a los diferentes microhabitats que se pueden distinguir en algunos tipos de suelos, así como los organismos que habitan en ellos.

De acuerdo a lo anterior, Kowall & Crossley Jr. (1971), clasificaron los estratos del piso en un bosque de pino en base al grado de descomposición del mantillo depositado. Ellos esta

blecieron cuatro capas, desde la más superficial con hojas enteras y turgentes hasta la más profunda con fragmentos de menos de 0.5 mm., observando 16 grupos taxonómicos de microartrópodos de los cuales Collembola, Acarina y Chilopoda representaron más del 75% de la densidad de todos los observados, encontrando además los grupos Symphyla, Pauropoda, Diplopoda, Diplura, Protura, Thysanoptera, Hemiptera, Formicidae, Coleoptera (larvas y adultos), larvas de Lepidoptera y Diptera, Pseudoescorpionida y Araneae.

Krausse (1928), citado por Kühnelt (1963), estableció dos grupos dentro de los artrópodos del suelo, de acuerdo a su distribución en los diferentes estratos: hemiedáficos y eudáficos. En el primer grupo incluyó habitantes del litter que no penetran el suelo y otros que eventualmente lo hacen tales como los grupos Chilopoda, Diplopoda, Chironomidae y otros Diptera - (larvas y pupas). En el segundo, los habitantes de los espacios porosos del suelo considerados como microcavernas y de los espacios más pequeños saturados de agua, entre los que se encuentra: Acarina, Symphyla, Pauropoda, Collembola, algunos Coleoptera - subterráneos, Copepoda, Ostracoda y Tardigrada.

Banerjee (1967), observó fluctuaciones estacionales en la distribución de Cylindroiulus punctatus Leach, en las capas de litter, así como su capacidad para penetrar la capa mineral del suelo, en donde eventualmente hiberna.

O'Neill (1967), comparó los microhabitat de siete espe-

cies de Diplopoda en el piso de un bosque y observó que cada una ocupaba en forma predominante un microhabitat diferente.

Borrer & DeLong (1964), mencionan que muchos microartrópodos de los grupos Diplopoda, Chilopoda, Pauropoda, Symphyla, Palpigrada, Pseudoescorpionida, Acarina, Protura, Diplura, Collembola, Isopoda y otros, suelen habitar en diferentes tipos de suelos, entre detritos vegetales, bajo piedras, corteza de árboles y troncos podridos.

Ananthakrishnan (1979), en un estudio acerca de la biosistemática del orden Thysanoptera, menciona la capa de litter como uno de los habitat que pueden ocupar individuos de este grupo.

Se ha observado la influencia que ejercen los cambios climáticos que ocurren durante el año sobre la composición cualitativa y cuantitativa de los microartrópodos del suelo así como la influencia que las interacciones entre los mismos animales ejercen sobre dicha composición (Hale, 1971; Wallwork, 1976; citados por Fraile Merino & Serafino, 1978).

Kühnelt (1963), se refiere a estudios que han revelado migraciones verticales (diurnas y estacionales) de microartrópodos del suelo relacionadas con cambios de temperatura. Menciona además, que existen diferencias entre los artrópodos edáficos en cuanto a la capacidad para sobrevivir bajo diferentes condiciones de humedad y composición atmosférica.

Gaylor & Frankie (1979), estudiaron las relaciones en-

tre el contenido de humedad del suelo y el desarrollo de la ovoposición, la supervivencia de huevos y primeros estadíos del "escarabajo" Phyllophaga crinita Burmeister, encontrando que se requieren niveles adecuados de humedad para el óptimo desarrollo de dichos procesos.

Roach & Hopkins (1979), también observaron que se necesitan niveles adecuados de humedad del suelo para el óptimo desarrollo de prepupas y emergencia de adultos en la polilla Heliothis sp.

Gustin (1979), observó que los adultos del criosomélido Diabrotica virgifera Le Conte, prefieren suelos con altos niveles de humedad para llevar a cabo la ovoposición y que la mayoría de huevos son ovopositados en los primeros 15 cm. de profundidad.

Butcher et al. (1971), han reportado cambios en la composición faunística, abundancia estacional y densidad de población en Acarina y Collembola en Tailandia. Se observó que un descenso en la cantidad de litter trajo consigo mínimas poblaciones en estos animales durante la estación seca, aumentando gradualmente las poblaciones hasta alcanzar los máximos valores en Mayo.

Herrera de Fournier & Fournier (1977), observaron un incremento en los valores de población de los microartrópodos del litter en el mes de Mayo, coincidiendo con un aumento del valor de precipitación pluvial.

Fraile Merino & Serafino (1978), observaron que el incremento en los valores de precipitación pluvial trajo consigo el aumento de las poblaciones de Collembola, Acarina, Protura, Symphyla y Palpigrada, mientras que las poblaciones de Diplura y Pauropoda no presentaron ninguna relación con el aumento de la lluvia. Al avanzar la estación lluviosa se observó un descenso en las poblaciones que habían aumentado.

Con relación a la abundancia de los microartrópodos del suelo, Kühnelt (1963), menciona que algunos autores han determinado solamente los grupos taxonómicos más generales (Acarina, Collembola, larvas de Insecta), y han estimado las poblaciones para una área determinada, multiplicando los números de animales obtenidos de muestras simples.

De acuerdo a lo anterior, Butcher et al. (1971), reporta fluctuaciones en la densidad de Oribatidae (Acarina), que oscilan entre 70,000 y 180,000 individuos/m<sup>2</sup>; para Collembola reportan valores poblacionales de 46,700; 50,000 y 93,400 individuos/m<sup>2</sup> en diferentes terrenos.

Serafino & Fraile Merino (1978), estimaron valores de población de microartrópodos de diferentes suelos, a partir de muestras tomadas en los meses de Julio y Agosto en Costa Rica, habiendo reportado los siguientes valores de población total: 72,525 indiv/m<sup>2</sup> en plantación de "café", 50,287 indiv/m<sup>2</sup> en plantaciones de "yuca", 83,250 indiv/m<sup>2</sup> en plantaciones de -

"maíz", 57,750 indiv/m<sup>2</sup> en un bosque y 16,525 indiv/m<sup>2</sup> en un pastizal.

Fraile Merino & Serafino (1978), en un muestreo realizado entre Marzo de 1977 y Febrero de 1978, en el suelo de un cafetal estimaron los siguientes valores mínimos y máximos de población mensual de microartrópodos en distintos grupos taxonómicos expresados en individuos/m<sup>2</sup>: Collembola: 3000-23,000, Acarina: 9000-24,000, Protura: 100-2,600, Diplura: 100-800, Symphyla: 50-500, Palpigrada: 100-500.

De La Cruz Acosta (1964), cuantificó los individuos de Collembola y Acarina obtenidos de muestras de litter de 10 grs. en el piso de un bosque durante diferentes períodos; él obtuvo 20 especímenes de Collembola a partir de una muestra mantenida durante 14 días y 30 de una mantenida durante 21 días. Para Acarina obtuvo resultados de 10, 70 y 60 individuos a partir de tres muestras mantenidas durante 7, 14 y 21 días respectivamente.

En cuanto al tipo de distribución de las poblaciones de microartrópodos edáficos, éste ha sido determinado por medio del índice de Lexis, que consiste en el valor que resulta de la relación entre la varianza y la media, el cual es menor que uno si la distribución es más o menos uniforme, igual a uno si la distribución es casual y mayor que uno si es agregada (Alicata et al., 1973; citado por Serafino & Fraile Merino, 1978).

Serafino & Fraile Merino (1978), determinaron distribución agregada en poblaciones de Collembola, Protura, Homoptera y Acarina, en distintos tipos de suelo, mientras que en los casos de la familia Sminthuridae (Collembola) en el suelo de un bosque y Pauropoda en el de un pastizal, resultaron ser de tipo casual, el cual es común en Diplura, Symphyla y Pauropoda.

Butcher et al. (1971), reportan fenómenos de agregación en poblaciones de Acarina, así como los tres tipos de distribución en poblaciones de Collembola.

Clarke & Grant (1968), también observaron fenómenos de agregación en poblaciones de Collembola.

Ananthakrishnan (1979), ha reportado el tipo de distribución agregada en algunos miembros del orden Thysanoptera.

## MATERIALES Y METODOS

1.- AREA DE ESTUDIO

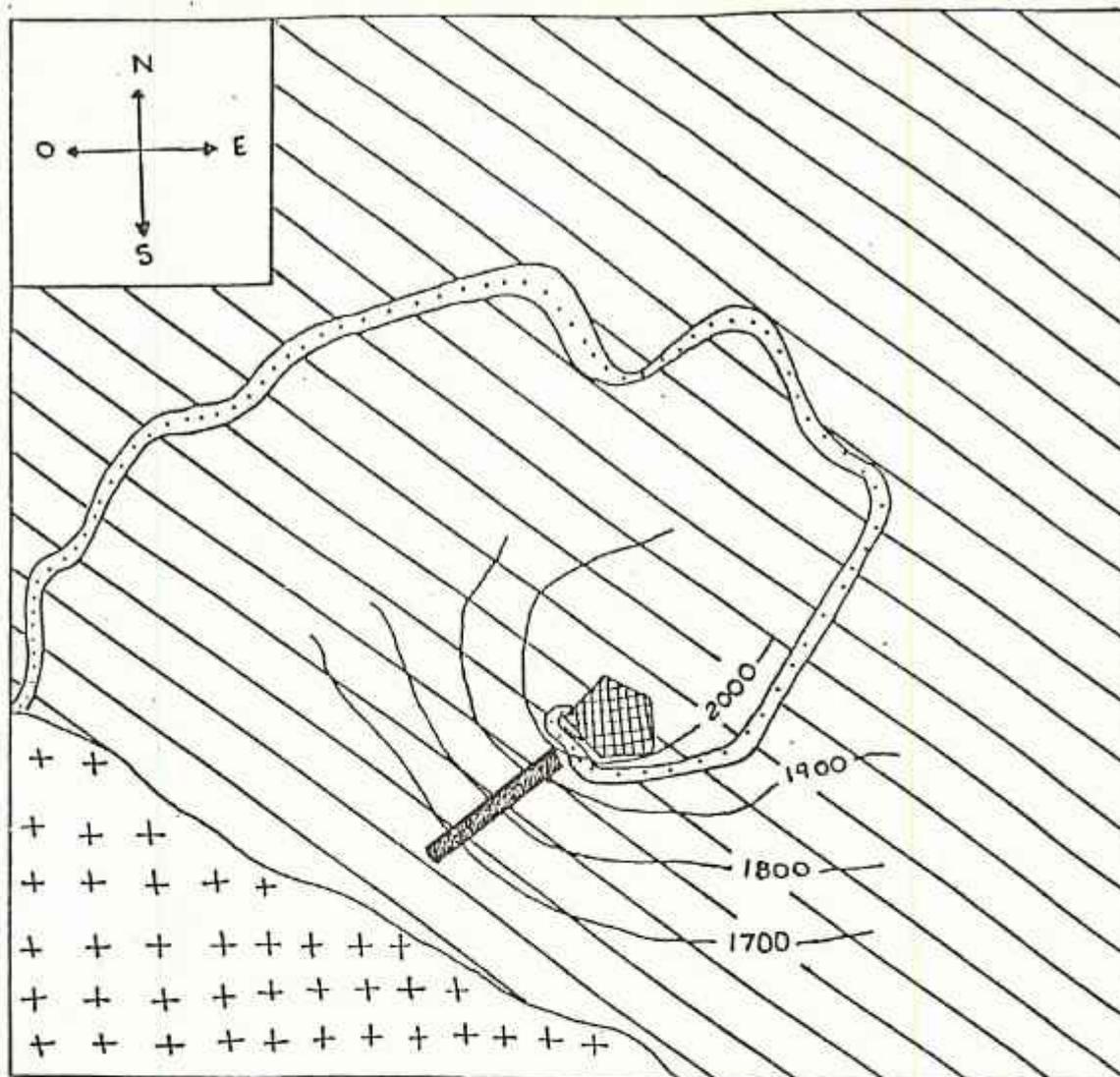
El trabajo se realizó en el Volcán "Cerro Verde", el cual está ubicado al sur del Departamento de Santa Ana (Fig. 1); presenta una altura de 2030 m.s.n.m., entre los 13°49' latitud norte y 89°39' longitud oeste, forma parte del macizo Santa Ana-Apaneca y limita al noroeste con el Volcán de "Santa Ana" y al suroeste con el volcán de "Izalco" (Rosales 1977).

El "Cerro Verde", es administrado desde 1955, por el Instituto Salvadoreño de Turismo; en él funciona un hotel - con áreas turísticas recreativas, a la vez que se protegen y manejan zonas boscosas, incluídas dentro del programa nacional de conservación (Girón, 1982; Marín, 1982. Comunicación Personal)\*.

Las áreas donde se tomaron las muestras están ubicadas en la ladera suroeste colindando en su parte más alta - con el último tramo de la carretera que conduce al Hotel de Montaña, y en su parte más baja con las lavas del Volcán - "Izalco". El muestreo se realizó en un transecto comprendido entre 1995 y 1695 m.s.n.m. en una área aproximada de 25,000 m<sup>2</sup> con una pendiente de 40% (Figura 2).

\* Marín, Víctor Manuel. Biólogo. Instituto Salvadoreño de Turismo. San Salvador.





**FIGURA 2.** CROQUIS DEL CERRO VERDE EN DONDE SE MUESTRA LA UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO.

- |   |                  |  |   |
|---|------------------|--|---|
|  | ZONAS BOSCOSAS   |  | LAVAS DE IZALCO                                   |
|  | CARRETERA        |  | LAS CURVAS INDICAN ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR. |
|  | AREA DE ESTUDIO  |  |   |
|  | HOTEL DE MONTAÑA |  |   |

### 1.1 VEGETACION

Según Lauer (1954) citado por Rosales (1977), la vegetación del "Cerro Verde", corresponde a la de tierras frías, con temperaturas anuales de menos de 17°C en alturas superiores a 1800-2000 m.s.n.m., con formación de bosque.

Rosales (1977), considera la vegetación del "Cerro Verde" como una asociación Quercus - Rondeletia, con presencia de una gran diversidad de especies, siendo dominantes en la ladera suroeste las siguientes: Montanoa guatemalensis Rob. & Green, Roupala borealis Hemsl, Lonchocarpus minimiflorus Donn Smith, Oreopanax xalapensis (H.B.K.) Decne & Pian, - Perrimenium grande Hemsl, Quercus sp., Alnus arguta Schlecht, Rondeletia laniflora Benth.

Montoya y Rosales (1977), encontraron que las plántulas dominantes en esta ladera, fueron: Roupala borealis Hemsl, Eugenia sp., Casaria sp., Rondeletia laniflora Benth y Alnus arguta Schlecht.

### 1.2 SUELO

En general, los suelos del Volcán del "Cerro Verde", se clasifican taxonómicamente como Mollic Vitrandepts, (Serie Chinameca). Son suelos inmaduros, sobre material volcánico piroclástico (polvo volcánico, pomez y escoria volcánica) poco meteorizado de color café, con epipedón mólico. Suelos Profundos: gravillosos de amplio rango, aumentando en

profundidad, de buen drenaje, friables, permeables, de poca densidad aparente, ligeramente baja capacidad de retención de agua, y fácilmente erosionables.

El horizonte A, en su parte superior posee una estructura granular más definida que en su parte inferior, hay poca diferenciación textural con respecto a los demás horizontes; con poca gravilla fina, la cual aumenta en cantidad y diámetro en profundidad. El espesor del material original varía de 0.5 a varios metros, sobre suelos enterrados con material volcánico piroclástico y corrientes de lava relativamente reciente, por lo que esta serie comprende también subgrupos líticos y fases de variable pedregosidad.

Su perfil se describe de la siguiente manera:

<u>Profundidad</u> cm.	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
3-2	01	Materia orgánica, principalmente vegetal (hojarasca) sin alterar hasta parcialmente alterada en profundidad; color variable de claro a oscuro en profundidad. Generalmente húmedo.
2-0	02	Materia Orgánica con alto grado de alteración color muy oscuro, siempre húmedo.
0-40	A	Franco arenoso, fino, con poca gravilla fina, café grisáceo muy oscuro, -

		moderada estructura granular fina y <u>me</u> dia, blando cuando seco, muy friable - cuando húmedo, ni plástico ni adhesivo en mojado; con frecuentes poros irregu- lares. Abundantes raíces finas y medias pH 7.0, límite gradual y plano.
40-100	C <sub>1</sub>	Franco arenoso fino, con mayor cantidad de gravilla y de mayor diámetro que el horizonte A, café amarillo, moderada a débil estructura granular fina, consis- tencia y porosidad similar al horizonte anterior, frecuentes raíces medias y grue- sas. Límite gradual y plano.
100	C <sub>2</sub>	Franco arenoso fino, abundante gravilla de escoria o pómez (de 3 - 6 mm. de diá- metro), débil estructura de migajón fi- no. El espesor del material C varía en- tre 0.5 a más de 2 mt. continuando otros estratos de suelo enterrado con material volcánico piroclástico y corrientes de lava andesítica-basáltica relativamente reciente. Hay raíces medianas y gruesas. Límite abrupto y plano (Santamaría, 1987. Comunicación Personal) *

\*Santamaría, Jorge Alcides. Biólogo. Departamento de Biología  
Universidad de El Salvador. San Salvador.

### 1.3 CLIMA

El Servicio de Meteorología e Hidrología (1986), a través del Almanaque Salvadoreño, establece tres zonas climáticas en El Salvador, que de acuerdo al sistema Koppen, basado en la altura sobre el nivel del mar ubica el "Cerro Verde" en el de clima tropical de las alturas (Cwbi), y dentro de éste en la subzona de tierra fría, que comprende elevaciones entre 1800-2700 m.s.n.m. con temperaturas anuales entre 10°-16°C.

Las condiciones climáticas del "Cerro Verde" propician la conservación de bastante humedad, que junto con la neblina que se forma y la vegetación existente le dan exuberancia y ambiente sombrío al lugar.

Los datos de precipitación pluvial y temperatura para el "Cerro Verde" durante el período de estudio, se obtuvieron de la estación meteorológica que funciona en dicho lugar y del Departamento de Informática del Servicio de Meteorología del Centro de Recursos Naturales (Anexos I y II).

### 2. TECNICAS DE CAMPO.

Se realizaron dos muestreos mensuales con intervalos de quince días, de Enero a Marzo y de Mayo a Julio de 1982. Se establecieron tres áreas de muestreo a diferentes alturas, distribuidas así: 1995, 1835 y 1695 m.s.n.m. habiéndose determinado estas alturas por medio de un altímetro. Esta distribución se hizo con el propósito de obtener una visión panorámica de la composición faunística de la ladera.

Para cada muestreo se trazó un cuadro de  $100 \text{ m}^2$  en cada una de las áreas establecidas. Se ubicaron cinco puntos de muestreo para cada cuadro distribuidos así: Un punto en el centro y los cuatro restantes a la mitad de la distancia entre el centro y cada uno de los vértices. En cada sitio de muestreo se barrió con un rastrillo la capa de litter hasta dejar al descubierto la capa de humus y se tomó una muestra de suelo de 225 centímetros cúbicos, para lo cual se utilizó un cilindro metálico de igual volúmen. Las muestras fueron transferidas inmediatamente a frascos de vidrio individuales debidamente rotuladas, manteniéndose ventiladas a través de pequeñas perforaciones hechas en las tapaderas de los frascos. Se tomaron 5 muestras en cada sitio, es decir 15 en cada fecha de muestreo, haciendo un total de 180 muestras durante todo el período de estudio.

### 3. TECNICAS DE LABORATORIO

#### 3.1 EXTRACCIÓN

De acuerdo a Serafino & Fraile Merino (1978), antes de proceder a la extracción de los microartrópodos las muestras de suelo fueron mantenidas en reposo durante veinticuatro horas después de haber sido obtenidas. Esto se hizo con el objeto de disminuir algún efecto negativo sobre la viabilidad de los especímenes causado por la toma de muestras.

Cada una de las muestras fueron transferidas a bolsas de gasa de 9.5 cm. de ancho por 15 cm. de largo. Después de haber sido ligeramente remojadas, las muestras se colocaron horizontalmente sobre embudos de Tullgren modificados. Se utilizaron embudos de polietileno de 14 cm. de diámetro, habiéndosele ajustado a cada uno en su región superior una zaranda circular de 15 cm. de diámetro, con aberturas de 2 mm. Sobre cada embudo se colocó un recipiente metálico cilíndrico invertido, en cuyo fondo se adaptó un bombillo eléctrico de 25 watts para corriente de 220 voltios, el cual se mantuvo trabajando a 110 voltios, proporcionando una temperatura de 30° a 35°, a la altura de las muestras colocadas sobre las zarandas ajustadas a los embudos. Las muestras se mantuvieron así durante 48 horas. El sistema se mantuvo ventilado por pequeñas perforaciones hechas en el recipiente invertido sobre cada embudo.

Este método se basa en el hecho de que algunos microartrópodos evaden el calor y la desecación causada por el bombillo colocado por encima de la muestra, desplazándose desde las capas superficiales de ésta hasta las más profundas, pudiendo descender por el embudo hasta un frasco colector conteniendo preservante, colocado debajo del cuello del embudo (Kühnelt, 1963; Butcher et al., 1971; Rosales & Díaz de Sibrián, 1977).

De acuerdo a Fraile Marino & Serafino (1978), se empleó alcohol etílico al 70% como preservante.

Tres aparatos de cinco embudos cada uno fueron ensamblados según el diseño que se muestra en la Figura 3.

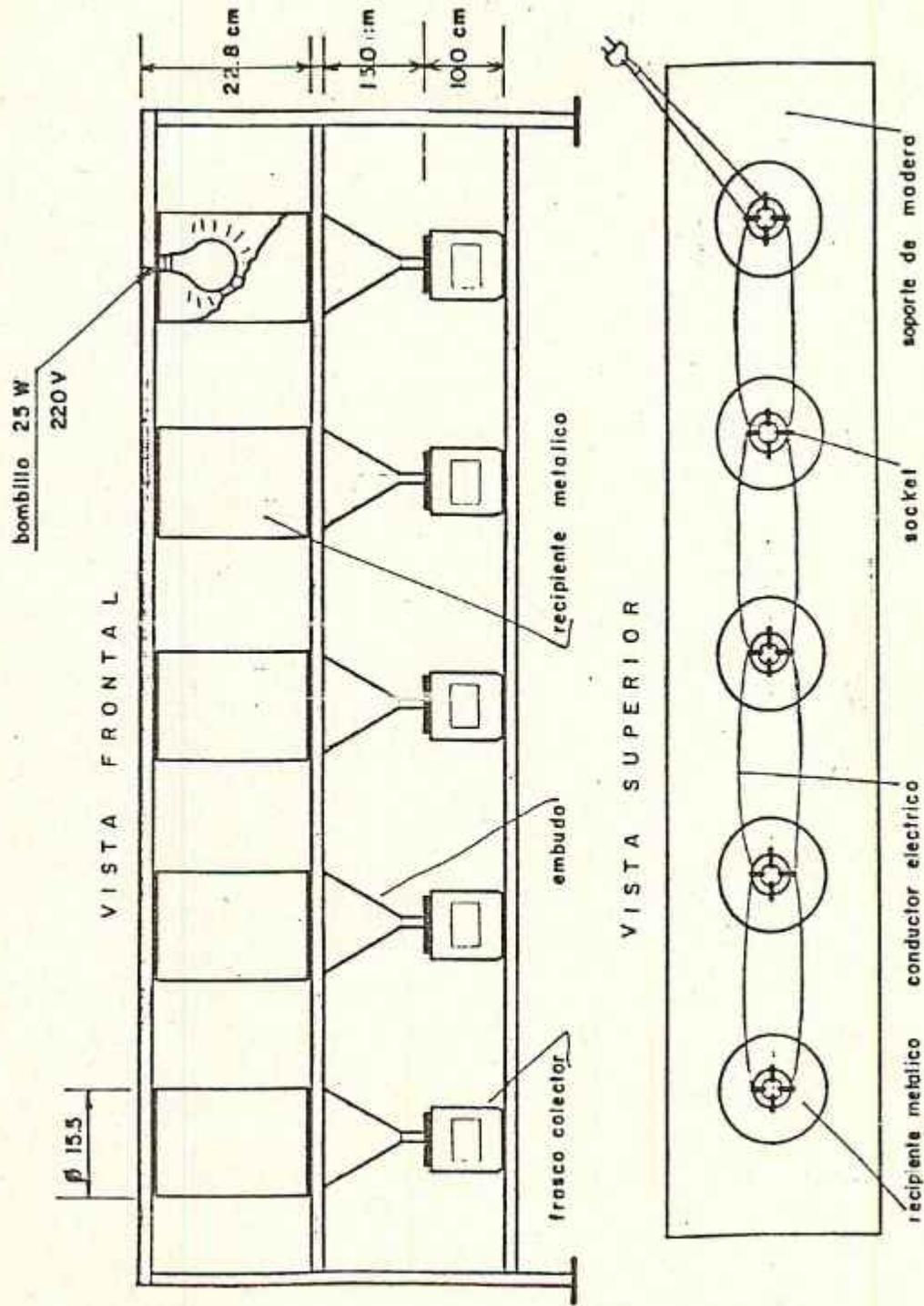
### 3.2 CLASIFICACION Y RECUENTO

La clasificación taxonómica de los microartrópodos fue llevada hasta el nivel de Orden en unos grupos y hasta Clase en otros, para lo cual se contó con el auxilio de un estereomicroscopio marca Baush & Lomb, con sistema de magnificación continuo y rango de magnificación de 7 a 30X y claves y esquemas publicados por diferentes autores (Berry, 1959; Borrer & DeLong, 1964; Ross, 1964).

Antes de proceder a la clasificación y recuento de los microartrópodos extraídos de cada muestra, éstos fueron transferidos del frasco colector a un fondo de caja de petri por medio de goteros y pinceles finos. El recuento se hizo revisando minuciosamente la muestra en la caja de petri con el estereomicroscopio, transfiriendo cada microartrópodo al frasco colector inmediatamente después de haber sido clasificado y contabilizado.

### 4. ANALISIS ESTADISTICO.

Los valores mensuales de población de microartrópodos, expresados en individuos/m<sup>2</sup>/mes, se estimaron tomando como base el número de individuos contabilizados directamente de cada muestra y el área de sección horizontal del cilindro -



**FIGURA 3** SET DE CINCO EMBUDOS DE TULLGREN UTILIZADOS PARA LA EXTRACCION DE MICROARTROPODOS A PARTIR DE MUESTRAS DE SUELO.

utilizado para la toma de muestras, de acuerdo a la siguiente relación:

$$X = \frac{n}{0.078}$$

en donde:

X = número aproximado de individuos/m<sup>2</sup>/mes

n = número de individuos contabilizados directamente en un mes.

0.078 = Valor de la suma de las áreas cubiertas por el cilindro metálico en la toma de muestras durante un mes (en metros cuadrados)

Los valores de frecuencia relativa para los distintos grupos de microartrópodos fueron calculados según la siguiente fórmula:

$$F_{rel} = \frac{n}{N} \times 100$$

en donde:

n = número de muestras en las que se observó un determinado grupo en un mes.

N = número de muestras en las que se observaron todos los grupos determinados en un mes.

La densidad relativa para cada grupo de microartrópodos se obtuvo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Dens}_{\text{rel}} = \frac{d}{N} \times 100$$

en donde:

d = número de individuos pertenecientes a un determinado Orden.

N = número total de individuos.

Los dos valores anteriores fueron calculados en base a datos mensuales obtenidos por conteo directo.

Con los valores de densidad y frecuencia relativa calculados se determinó el índice de valor de importancia mensual para cada grupo de microartrópodos. Este índice (I.V.I.) se obtuvo de la suma de los valores respectivos de densidad y frecuencia relativa.

A partir de los valores mensuales de I.V.I. obtenidos para cada grupo de microartrópodos, se determinaron los índices de comunidad ( $I_c$ ) entre los diferentes meses, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I_c = \frac{2w}{A + B}$$

en donde:

w = la suma de valores del I.V.I. más bajo de dos meses comparados.

A = la suma de los valores del I.V.I. obtenidos en uno de los meses bajo comparación.

B = la suma de los valores del I.V.I. obtenidos en el otro mes bajo comparación.

El tipo de distribución para cada grupo taxonómico de microartrópodos fue determinado por medio del índice de Lexis el cual consiste en la relación entre la varianza y la media de cada grupo observado. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Índice de Lexis} = \frac{s^2}{\bar{X}}$$

en donde:

$s^2$  = Varianza

$\bar{X}$  = Número promedio de individuos por muestra para cada grupo determinado.

De acuerdo a Toranzos (1968), esta relación proporciona valores inferiores que uno si la distribución es más o menos uniforme, cercanos a uno si la distribución es casual y superiores que uno si es agregada.

El índice de Lexis fue calculado mensualmente para cada grupo observado en base a los datos proporcionados por el conteo directo de los especímenes en las muestras.

Por último se verificó un análisis de varianza y prueba de Duncan para investigar la significancia en las diferencias de los valores promedios de población entre los diferentes meses, así como el cálculo del coeficiente de correlación para los valores mensuales de precipitación pluvial y población total de microartrópodos (Reyes Castañeda, 1983).



## RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los grupos taxonómicos de microartrópodos registrados y el número total de individuos de cada grupo colectado en cada área de muestreo durante todo el período de estudio. Se determinaron 16 grupos taxonómicos, así como estados inmaduros, los cuales resultaron ser en su mayoría larvas de Diptera y Coleoptera. Se encontraron individuos de todos los grupos en las tres áreas de muestreo, presentando la mayoría de ellos una población mayor en las áreas ubicadas a 1995 y 1695 m.s.n.m.

La diversidad observada durante los seis meses de estudio se muestra en la Tabla 2, en la que también se presentan el número de individuos contabilizados directamente en cada mes, para cada grupo y para el total de microartrópodos. Se observa que los meses en que se obtuvo mayor diversidad fueron Marzo y Julio, en los que se observaron todos los grupos, mientras que en Junio hubo menos diversidad con únicamente 12 grupos. En este mes no se observaron los grupos Pseudoescorpionida, Diplopoda, Pauropoda y Thysanoptera.

Los valores de frecuencia relativa se presentan en la Tabla 3, en la que se observa que los grupos con valores más altos en los seis meses de estudio, fueron: Acarina, Araneae, Collembola y los estadios inmaduros de Insecta, con valores máximos de 20.89%, 15.05%, 18.70% y 15.05% respecti

vamente. En ella se reportan los grupos con valores más bajos siendo: Pseudoescorpionida, Diplopoda, Pauropoda, Thysanoptera y Corrodentia con valores hasta de 2.07, 2.15, 5.64 2.5 y 6.47 respectivamente.

En la Tabla 4 se presentan los valores de densidad relativa, los cuales resultaron ser mayores en Acarina, Araneae Collembola y los inmaduros de Insecta, durante los seis meses de estudio, presentando valores totales de 64.55%, 9.44%, - 14.9% y 4.32% respectivamente. Los valores mínimos se dieron en los grupos Pseudoescorpionida, Diplopoda, Pauropoda, Thysanoptera, Corrodentia, Hemiptera e Hymenoptera con valores totales de 0.10%, 0.07%, 0.91%, 0.10%, 0.26%, 0.73% y 0.50% respectivamente.

Los valores del índice de valor de importancia se muestran en la Tabla 5, en donde se observa que los valores más altos de I.V.I., los presentó Acarina durante todo el período de estudio, seguido de Collembola, Araneae, y los estadios inmaduros de Insecta, presentando valores mensuales máximos de 98.39 (Junio), 36.07 (Mayo), 27.44 (Febrero) y 21.35 (Enero) respectivamente, mientras que los valores más bajos los presentaron los grupos Pseudoescorpionida, Diplopoda, Pauropoda, Thysanoptera y Corrodentia, en los cuales se obtuvieron valores hasta de cero.

TABLA 1. Número total de individuos obtenidos por conteo directo en cada grupo de Microartrópodos durante el período de estudio en las 3 áreas de muestreo ubicadas a diferentes alturas.

G r u p o	m. s. n. m.	1 9 9 5	1 8 3 5	1 6 9 5
Acarina		2778	1716	3153
Araneae		409	220	489
Pseudoescorpionida		3	1	8
Chilopoda		10	17	8
Diplopoda		3	4	2
Symphyla		11	18	13
Paupoda		12	5	91
Protura		78	23	61
Diplura		9	23	33
Collembola		757	429	580
Thysanoptera		5	4	4
Corrodentia		6	17	9
Hemiptera		9	19	59
Homoptera		16	16	11
Coleoptera		49	35	48
Hymenoptera		10	24	27
Inmaduros de Insecta		170	131	208
Total		4335	2702	4804

TABLA 2. Valores mensuales y totales de población para cada grupo de Microartrópodos obtenidos por conteo directo de las muestras simples

Grupo	Meses							Total
	Ener.	Feb.	Marz.	May.	Jun.	Jul.		
Acarina	1619	2014	1327	880	1221	586	7647	
Araneae	324	426	235	56	55	22	1118	
Pseudoescorpionida	2	2	6	1	0	1	12	
Chilopoda	3	7	7	6	7	5	35	
Diplopoda	1	0	2	2	0	4	9	
Symphyla	9	12	5	7	5	4	42	
Pauropoda	17	84	6	0	0	1	108	
Protura	29	34	39	13	37	10	162	
Diplura	10	19	16	8	7	5	65	
Collembola	462	284	456	256	161	147	1766	
Thysanoptera	2	2	2	5	0	2	13	
Corrodentia	0	1	4	9	5	13	32	
Hemiptera	2	39	22	8	9	7	87	
Homoptera	10	6	11	10	3	3	43	
Coleoptera	27	31	40	10	8	16	132	
Hymenoptera	24	3	12	8	5	9	61	
Inmaduros de Insecta	172	150	52	54	51	30	509	
Total	2173	3114	2242	1333	1574	865	11841	

TABLA 3. Valores de frecuencia relativa para los grupos de microartrópodos calculados en base al número mensual de muestras.

M e s e s  G r u p o	M e s e s							Valor total
	Ene.	Feb.	Marz.	May.	Jun.	Jul.		
Acarina	16.12	14.35	15.54	18.75	20.89	20.14	105.79	
Araneae	15.05	13.84	15.02	10.62	13.43	8.63	76.59	
Pseudoescorpionida	1.07	1.02	2.07	0.62	0.00	0.71	5.49	
Chilopoda	1.61	3.07	3.10	3.12	3.73	2.87	17.50	
Diplopoda	0.53	0.00	0.51	1.25	0.00	2.15	4.44	
Symphyla	3.22	3.58	2.07	3.12	2.98	2.87	17.84	
Pauropoda	3.76	5.64	1.55	0.00	0.00	0.71	11.66	
Protura	3.22	7.69	7.25	4.37	6.71	2.87	32.11	
Diplura	4.83	4.61	6.73	3.75	4.47	3.59	27.98	
Collembola	15.05	13.84	13.98	16.87	16.41	18.70	94.85	
Thysanoptera	1.07	0.51	1.03	2.50	0.00	1.43	6.54	
Corrodentia	0.00	0.51	2.07	5.00	2.98	6.47	17.03	
Hemiptera	1.07	4.10	3.62	3.12	2.98	3.59	18.48	
Homoptera	5.37	2.56	5.18	4.37	2.23	2.15	21.86	
Coleoptera	8.06	9.23	8.80	4.37	5.22	7.19	42.87	
Hymenoptera	4.83	1.53	3.10	3.12	2.98	4.31	19.87	
Inmaduros de Insect.	15.05	13.84	8.29	15.00	14.92	11.51	78.61	
Total	99.99	99.92	99.91	99.95	99.93	99.89	599.51	

TABLA 4. Densidades relativas de microartrópodos calculados en base a la población mensual y a la población total

Meses Grupo	Meses						Valor TOTAL
	Ener.	Feb.	Marz.	May.	Jun.	Jul.	
Acarina	59.60	64.60	59.10	66.00	77.50	67.70	64.55
Araneae	11.90	13.60	10.50	4.20	3.49	2.50	9.44
Pseudoescorpionida	0.07	0.06	0.26	0.07	0.00	0.11	0.10
Chilopoda	0.10	0.22	0.31	0.45	0.44	0.57	0.29
Diplopoda	0.03	0.00	0.08	0.15	0.00	0.46	0.07
Symphyla	0.30	0.38	0.22	0.52	0.31	0.46	0.35
Pauropoda	0.60	2.60	0.26	0.00	0.00	0.11	0.91
Protura	1.00	1.00	1.74	0.97	2.35	1.15	1.36
Diplura	0.30	0.60	0.71	0.60	0.44	0.57	0.54
Collembola	17.00	9.00	20.30	19.20	10.22	16.90	14.90
Thysanoptera	0.07	0.06	0.08	0.37	0.00	0.23	0.10
Corrodentia	0.00	0.03	0.17	0.67	0.31	1.50	0.26
Hemiptera	0.07	1.20	0.98	0.60	0.57	0.80	0.73
Homoptera	0.30	0.19	0.49	0.75	0.19	0.34	0.36
Coleoptera	0.99	0.99	1.78	0.75	0.50	1.80	1.11
Hymenoptera	0.88	0.09	0.53	0.60	0.31	1.04	0.50
Inmaduros de Insecta	6.30	4.80	2.30	4.05	3.24	3.40	4.32
Total	99.51	99.42	99.81	99.95	99.87	99.64	99.89

TABLA 5. Valores mensuales del Índice de valor de Importancia (I.V.I)

Meses Grupo	Ener.	Feb.	Marz.	May.	Jun.	Jul.
Acarina	75.72	78.95	74.64	84.75	98.39	87.84
Araneae	26.95	27.44	25.52	14.82	16.92	11.13
Pseudoescorpionida	1.07	1.08	2.33	0.69	0.00	0.82
Chilopoda	1.71	3.29	3.41	3.57	4.17	3.44
Diplopoda	0.53	0.00	0.59	1.40	0.00	2.61
Symphyla	3.52	3.96	2.29	3.64	3.29	3.33
Paupoda	4.36	8.24	1.81	0.00	0.00	0.82
Protura	4.22	8.69	8.99	5.34	9.06	4.02
Diplura	5.13	5.21	7.44	4.35	4.91	4.16
Collembola	31.02	22.84	34.28	36.07	26.63	35.60
Thysanoptera	1.14	0.57	1.11	2.87	0.00	1.66
Corrodentia	0.00	0.54	2.24	5.67	3.29	7.97
Hemiptera	1.14	5.30	4.60	3.72	3.55	4.39
Homoptera	5.67	2.75	5.67	5.12	2.42	2.49
Coleoptera	9.05	10.22	10.58	5.12	5.72	8.99
Hymenoptera	5.71	1.62	3.63	3.72	3.29	5.35
Inmaduros de Insecta	21.35	18.64	10.59	19.05	18.16	14.91
Total	199.40	199.34	199.72	199.90	199.80	199.53

En la Tabla 6, se presentan los índices de comunidad (Ic) calculados para los meses comparados observándose los mayores valores al comparar Enero con Febrero (Ic = 0.90) y Mayo con Julio (Ic = 0.92), mientras que los valores más bajos se obtuvieron al comparar Enero con Junio (Ic = 0.82) y Febrero con Julio (Ic = 0.81).

En la Tabla 7 se muestran los valores mensuales del índice de Lexis calculados para los diferentes grupos de microartrópodos, de los cuales Acarina y Collembola presentaron los más altos valores durante la mayor parte del tiempo de estudio, con valores desde 5.35 (Collembola en Julio) hasta - 108.42 (Acarina en Febrero). Los valores mínimos se calcularon para los grupos Symphyla (0.86 en Julio), Diplura (0.86 - en Enero y 0.82 en Julio), Corrodentia (0.86 en Marzo) y Homoptera (0.66 en Enero y 0.81 en Marzo).

Los valores aproximados de población mensual expresados en individuos/m<sup>2</sup>, se presentan en la Tabla 8, en la que se observa que los valores mensuales para el total de microartrópodos fueron de 34,782.2; 39,923; 28,743.5; 17,089.7; 20,179.4 y 11,089.7 individuos/m<sup>2</sup>/mes en Enero, Febrero, Marzo, Mayo, - Junio y Julio respectivamente. Los grupos de microartrópodos - con los valores más altos fueron: Acarina, Araneae, Collembola y los inmaduros de Insecta, entre los que se calcularon yalores desde 282 indiv/m<sup>2</sup>/mes (Araneae en Julio), hasta 25,820.5 indiv/m<sup>2</sup>/mes (Acarina en Febrero). Los valores más bajos --

TABLA 6. Valores del índice de Comunidad (Cuadros a la derecha de la zona marcada)

	ENE.	FEB.	MAR.	MAY.	JUN.	JUL.
E N E		0.90	0.87	0.86	0.82	0.84
F E B	0.10		0.88	0.83	0.85	0.81
M A R	0.13	0.12		0.85	0.83	0.84
M A Y	0.14	0.17	0.15		0.89	0.92
J U N	0.18	0.15	0.17	0.11		0.35
J U L	0.16	0.19	0.16	0.08	0.14	

TABLA 7. Valores mensuales del índice de Lexis para cada grupo de microartrópodos.

M e s e s  G r u p o	Enero	Febrero	Marzo	Mayo	Junio	Julio
	Acarina	62.57*	108.42*	57.46*	20.12*	23.91*
Araneae	9.28*	14.20*	7.10*	4.91*	3.09*	1.60 <sup>+</sup>
Pseudoescorpionida	0.93 <sup>x</sup>	0.93 <sup>x</sup>	1.80*	0.96 <sup>x</sup>	---	0.96 <sup>x</sup>
Chilopoda	0.90 <sup>x</sup>	1.05 <sup>+</sup>	1.05 <sup>+</sup>	1.13 <sup>+</sup>	1.33 <sup>+</sup>	1.22 <sup>+</sup>
Diplopoda	0.96 <sup>x</sup>	---	1.93 <sup>+</sup>	0.93 <sup>x</sup>	---	1.36 <sup>+</sup>
Symphyla	1.36 <sup>+</sup>	1.76 <sup>+</sup>	1.23 <sup>+</sup>	1.33 <sup>+</sup>	1.23 <sup>+</sup>	0.86 <sup>x</sup>
Paupoda	4.08*	36.60*	2.13 <sup>+</sup>	---	---	0.96 <sup>x</sup>
Protura	8.44*	2.27 <sup>+</sup>	2.93*	2.41 <sup>+</sup>	7.87*	3.85*
Diplura	0.86 <sup>x</sup>	2.68 <sup>+</sup>	0.96 <sup>x</sup>	1.23 <sup>+</sup>	1.05 <sup>+</sup>	0.82 <sup>x</sup>
Collembola	32.20*	8.98*	18.22*	24.41*	6.63*	5.35*
Thysanoptera	0.93 <sup>x</sup>	1.93 <sup>+</sup>	0.93 <sup>x</sup>	1.23 <sup>+</sup>	---	0.93 <sup>x</sup>
Corrodentia	---	0.96 <sup>x</sup>	0.86 <sup>x</sup>	0.92 <sup>x</sup>	1.23 <sup>+</sup>	1.32 <sup>+</sup>
Hemiptera	0.93 <sup>x</sup>	7.18*	5.17*	1.73 <sup>+</sup>	2.25 <sup>+</sup>	1.61 <sup>+</sup>
Homoptera	0.66 <sup>x</sup>	1.13 <sup>+</sup>	0.81 <sup>x</sup>	1.26 <sup>+</sup>	0.90 <sup>x</sup>	0.89 <sup>x</sup>
Coleoptera	1.72 <sup>+</sup>	1.25 <sup>+</sup>	2.56 <sup>+</sup>	1.26 <sup>+</sup>	0.98 <sup>x</sup>	1.19 <sup>+</sup>
Hymenoptera	9.03*	0.90 <sup>x</sup>	1.93 <sup>+</sup>	1.73 <sup>+</sup>	1.23 <sup>+</sup>	1.57 <sup>+</sup>
Inmaduros de Insecta	1.59 <sup>+</sup>	9.68*	4.11*	2.16 <sup>+</sup>	2.71 <sup>+</sup>	1.76 <sup>+</sup>

\*: Agregada, +: Casual, x: Uniforme

(Serafino & Fraile Merino, 1978)

TABLA 8. Valores de población mensual para el total de microartrópodos y para cada grupo, expresado en individuo/m<sup>2</sup>/mes

Meses Grupo	Enero	Febrero	Marzo	Mayo	Junio	Julio
Acarina	20,756.4	25,820.5	17,012.8	11,181.0	15,653.8	7,512.8
Araneae	4,153.8	5,461.5	3,012.8	717.9	705.1	282.0
Pseudoescorpionida	25.6	25.6	76.9	12.8	0.0	12.8
Chilopoda	38.6	89.7	89.7	76.9	89.7	64.1
Diplopoda	12.8	0.0	25.6	25.6	0.0	51.2
Symphyla	115.3	153.8	64.1	89.7	64.1	51.2
Paupoda	217.9	1,076.9	76.9	0.0	0.0	12.8
Protura	317.7	435.8	500.0	166.6	474.3	128.2
Diplura	128.2	243.5	205.1	102.5	89.7	64.1
Collembola	5,923.0	3,641.0	5,846.1	3,282.0	2,064.1	1,884.6
Thysanoptera	25.6	25.6	25.6	64.1	0.0	25.6
Corrodentia	0.0	12.8	51.2	115.3	64.1	166.6
Hemiptera	25.6	500.0	282.0	102.5	115.3	89.7
Homoptera	128.2	76.9	141.0	128.2	38.4	38.4
Coleoptera	346.1	397.4	512.8	128.2	102.5	205.1
Hymenoptera	307.6	38.4	153.8	102.5	64.1	115.3
Inmaduros de Insecta	2,205.1	1,923.0	666.6	692.3	653.8	384.6
Total	34,782.2	39,923.0	28,743.5	17,089.7	20,179.4	11,089.7

se calcularon en los grupos Pseudoescorpionida, Diplopoda, - Pauropoda, Thysanoptera y Corrodentia, los cuales presentaron valores de cero al menos en un mes.

La Figura 4 muestra las curvas de población total para los meses comprendidos dentro de la estación seca y para los de la estación lluviosa, relacionadas con los valores mensuales de precipitación pluvial. Se observa que los valores más altos se dieron en los meses menos lluviosos, con un máximo de 39,923 indiv/m<sup>2</sup>/mes en Febrero, con precipitación pluvial de 33.1 mm., mientras que el valor mínimo se obtuvo en Julio (11,089.7 indiv/m<sup>2</sup>/mes) con una precipitación de 385.2 mm. Las curvas de población para cada período presentaron un incremento: el primero en Febrero, ya mencionado, que coincidió con un ligero incremento en el valor mensual de precipitación; el incremento para el período lluvioso se presentó en Junio (20,179.4 indiv/m<sup>2</sup>/mes), coincidiendo también con un incremento en el valor mensual de precipitación en este mes (603.1 mm).

Una tendencia semejante presentaron los grupos Acarina (Figura 5) y Hemiptera (Figura 11). Las figuras de los grupos Araneae (Figura 5), Pseudoescorpionida (Figura 6), Pauropoda y Symphyla (Figura 7), Diplura y Protura (Figura 8), Collembola (Figura 9), Homoptera (Figura 11), Hymenoptera y Coleoptera (Figura 12) y los inmaduros de Insecta (Figura 13),

no siguieron el esquema descrito, sin embargo presentaron mayores valores de población relacionados principalmente con el período menos lluvioso.

Otros grupos presentaron cambios en sus poblaciones con una secuencia marcadamente diferente, como en los casos de Corrodentia y Thysanoptera (Figura 10), que presentaron sus mayores valores de población en los meses lluviosos, principalmente Corrodentia; además, en este período los valores de población se presentaron en relación inversa con los valores mensuales de precipitación. El grupo Diplopoda (Figura 6) también presentó mayores valores de población en el período lluvioso, presentando relación inversa con los valores mensuales de precipitación en ambos períodos. En la misma Figura 6, se observa la curva de población para el grupo Chilopoda, el cual presentó valores relativamente altos en ambos períodos habiendo obtenido su valor mínimo en Enero que corresponde a la estación seca.

La Tabla 9 muestra el resumen del análisis de varianza realizado en base a las diferencias de los valores promedios de población total entre los seis meses de muestreo. Se obtuvo un valor de  $F = 4.74$  con 5 grados de libertad para la muestra, lo que es mayor que los valores tabulados de  $F(p \leq 0.05$  y  $p \leq 0.01)$  para los grados de libertad mencionados, lo cual es altamente significativo.

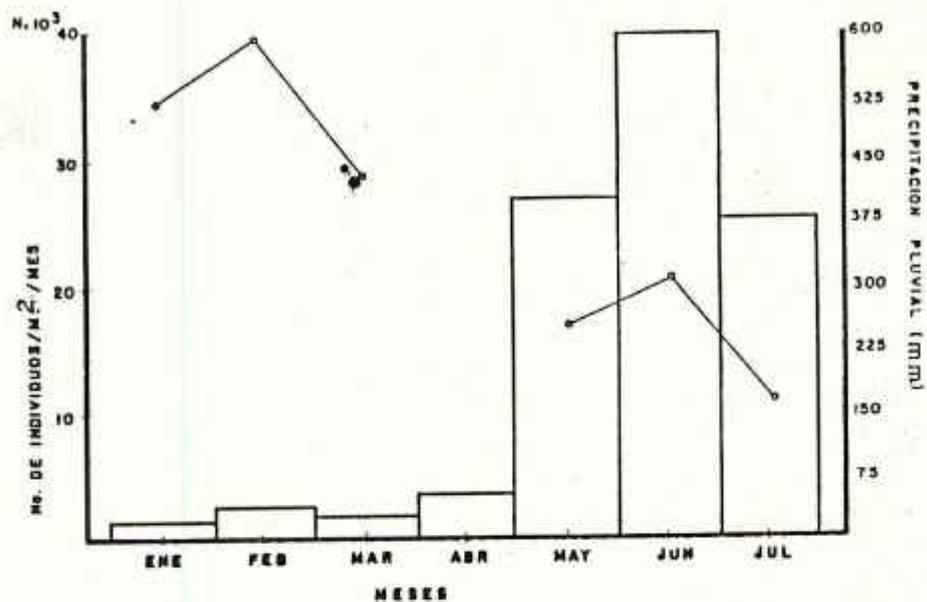


FIGURA 4 FLUCTUACIONES MENSUALES EN LA POBLACION TOTAL DE MICROARTROPODOS. EN ESTA Y EN LAS RESTANTES FIGURAS, LAS BARRAS REPRESENTAN LOS VALORES MENSUALES DE PRECIPITACION PLUVIAL.

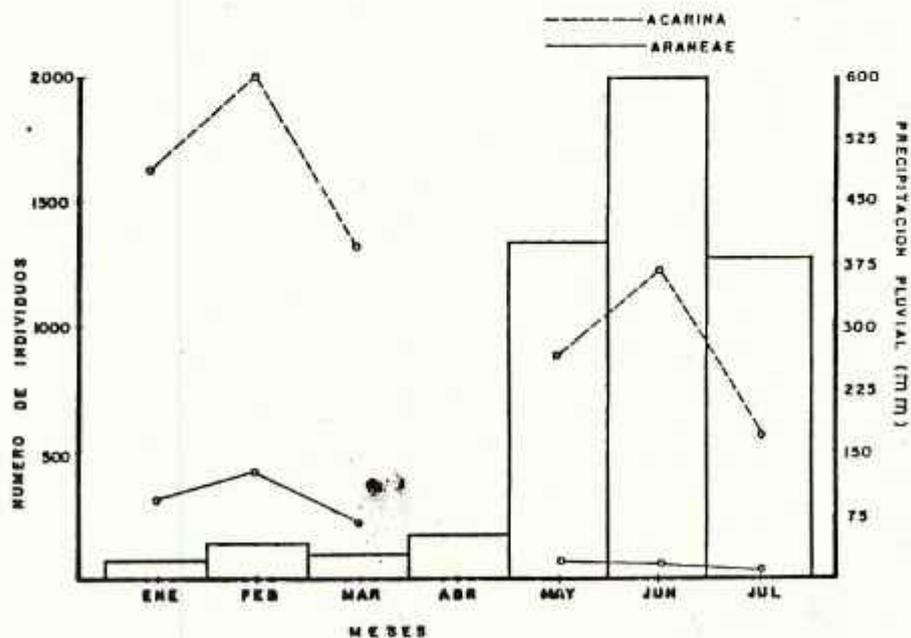


FIGURA 5 FLUCTUACIONES MENSUALES EN LAS POBLACIONES DE LOS GRUPOS ACARINA Y ARANEAE.

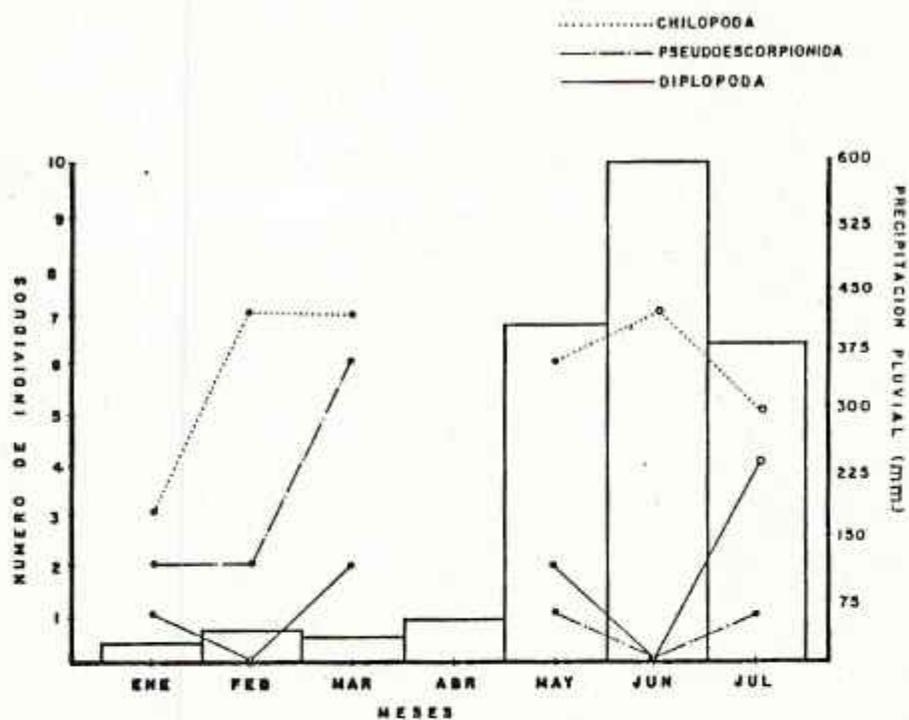


FIGURA 6 FLUCTUACIONES MENSUALES EN LAS POBLACIONES DE CHILOPODA, DIPLOPODA Y PSEUDOSCORPIONIDA.

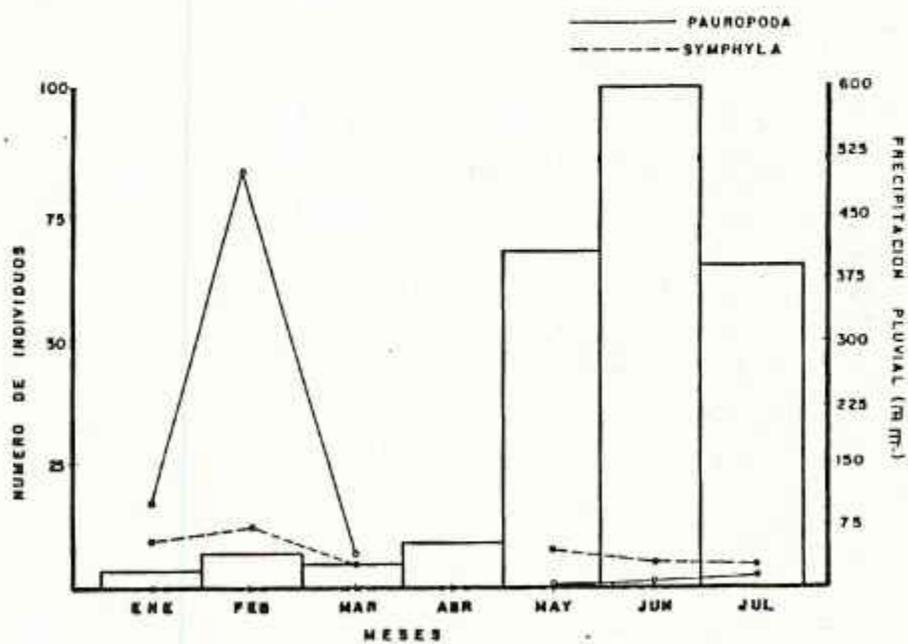


FIGURA 7 FLUCTUACIONES MENSUALES EN LAS POBLACIONES DE PAUROPODA Y SYMPHYLA.

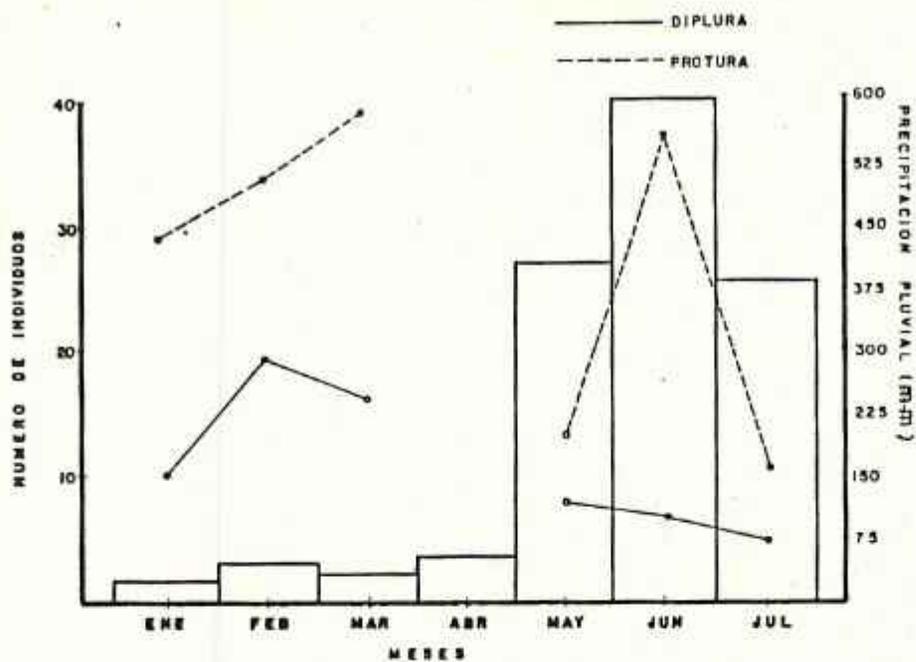


FIGURA 8 FLUCTUACIONES MENSUALES EN LAS POBLACIONES DE DIPLURA Y PROTURA.

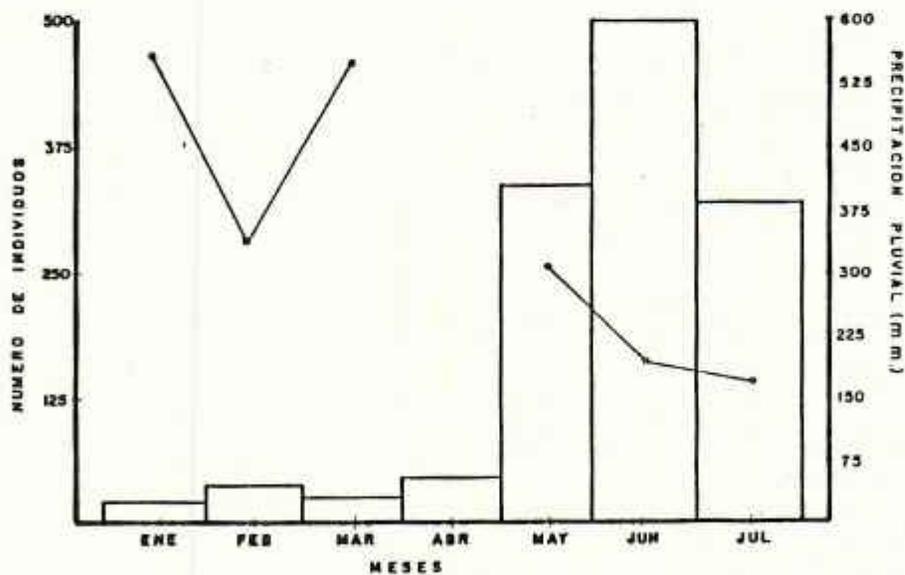
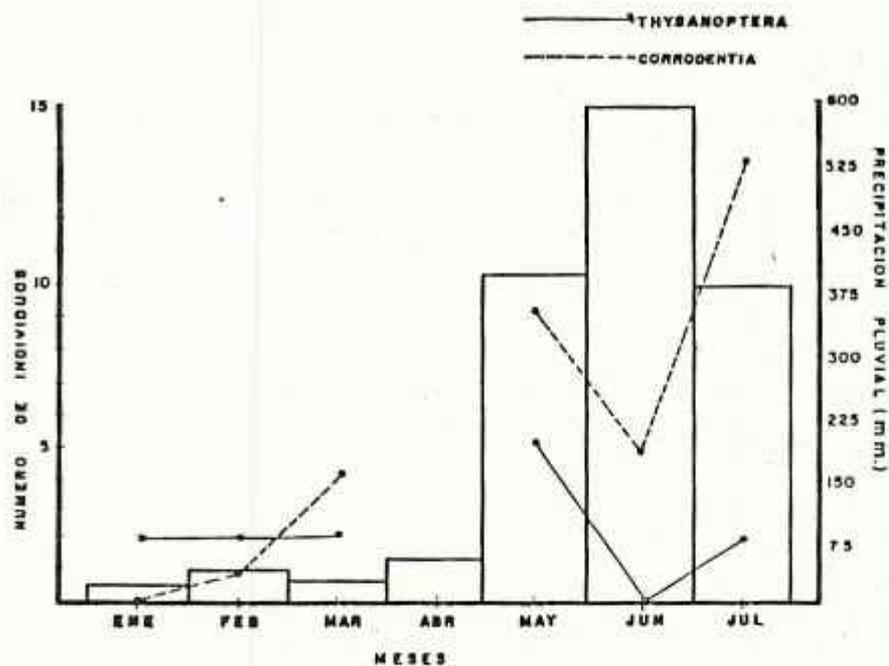
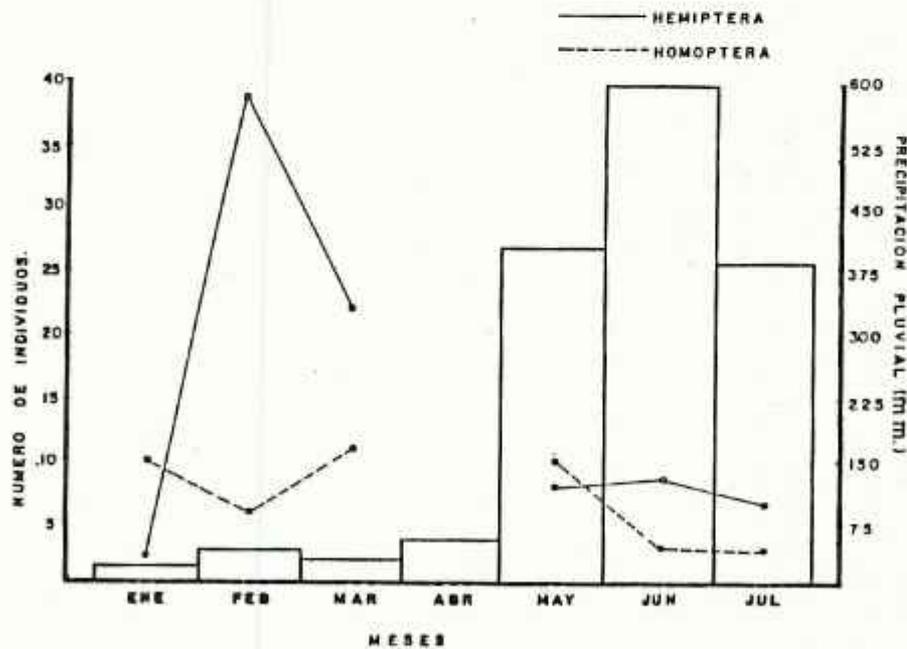


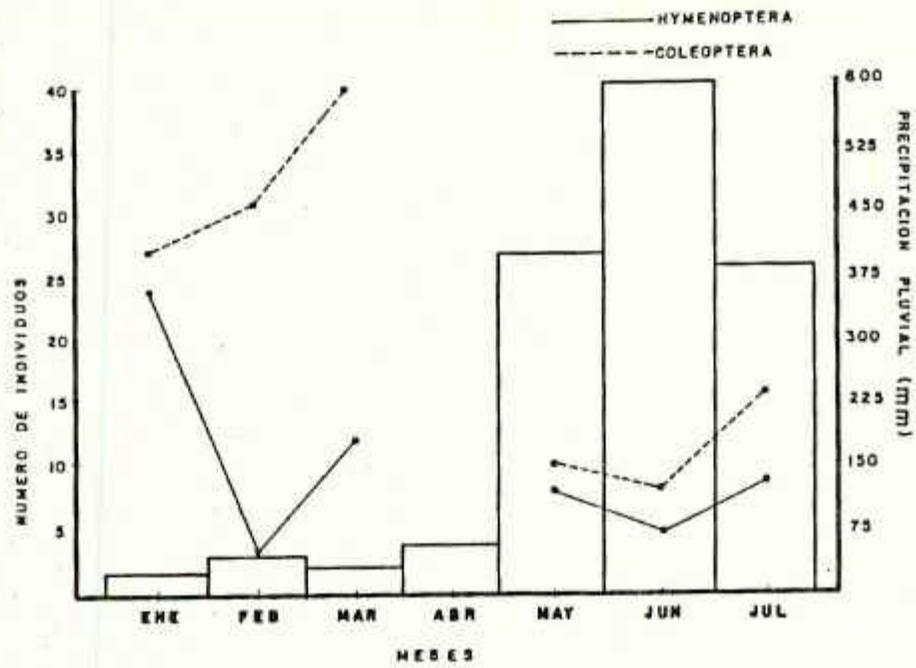
FIGURA 9 FLUCTUACIONES MENSUALES EN LA POBLACION DE COLLEMBOLA.



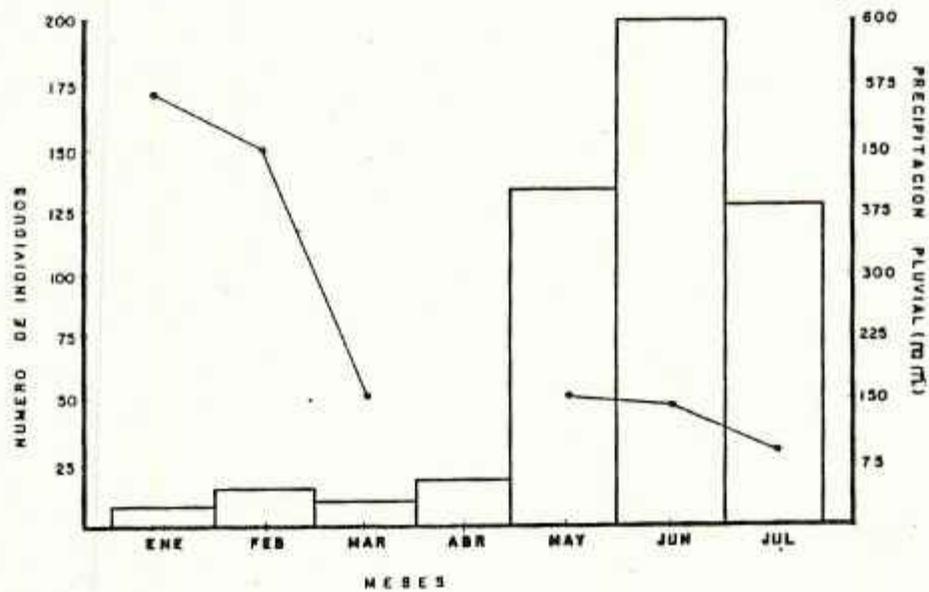
**FIGURA 10** FLUCTUACIONES MENSUALES EN LAS POBLACIONES DE THYSANOPTERA Y CORRODENTIA.



**FIGURA 11** FLUCTUACIONES MENSUALES EN LAS POBLACIONES DE HEMIPTERA Y HOMOPTERA.



**FIGURA 12** FLUCTUACIONES MENSUALES EN LAS POBLACIONES DE HYMENOPTERA Y COLEOPTERA.



**FIGURA 13** FLUCTUACIONES MENSUALES EN LA POBLACION DE INMADUROS.

TABLA 9. Cuadro resumen del análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	T. A B L A S	
					F(p≤0.05)	F(p≤0.01)
Muestras	5	123,943.52	24,788.704	4.74**	2.29	3.17
Error	174	909,829.08	5,228.9			
Total	179	1,033,772.6	30,017.604			

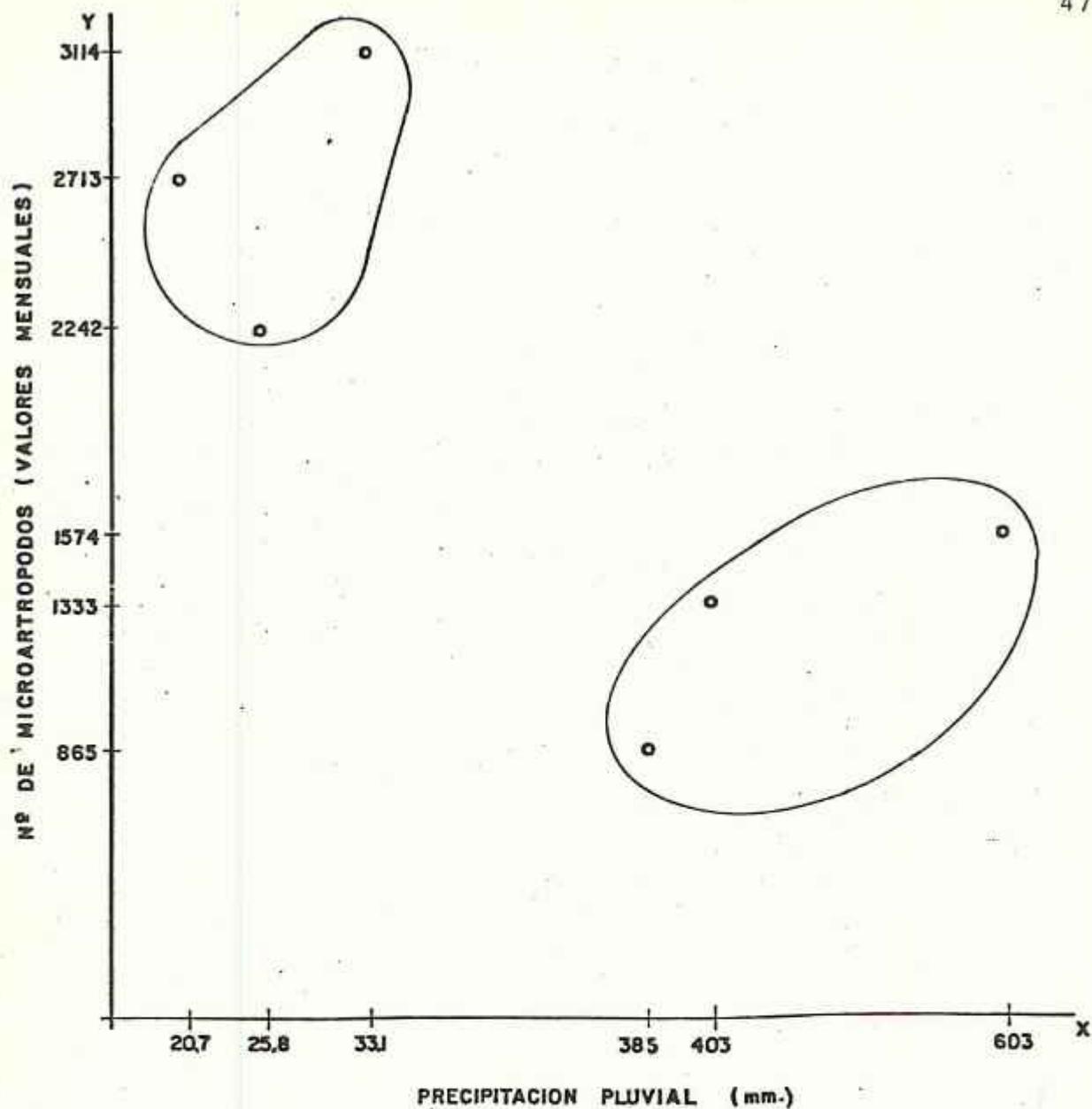
La Tabla 10 contiene el triángulo para la prueba de Duncan, el cual presenta los valores promedios mensuales de población total entre los cuales las diferencias fueron significativas. Se observa que éstas se dieron al comparar promedios de población de meses de estación seca con los meses de estación lluviosa: Febrero con Julio, Mayo y Junio; Enero con Julio y Mayo; Marzo con Julio. Entre los meses comprendidos en la misma estación, las diferencias no fueron significativas.

El tipo de correlación que se dió entre los valores mensuales de precipitación pluvial (Variable X) y los de población total de microartrópodos (Variable Y) durante el período de estudio, se muestra en forma gráfica en la Figura 14, en la que se observa una relación inversa entre los valores de población y de precipitación.

Se calculó el coeficiente de correlación para los valores mensuales de población total y de precipitación, obteniéndose un valor de  $r = -0.798$ , cuyo valor absoluto es aproximadamente igual al valor tabulado de  $r = 0.811$  ( $\alpha 0.05, G.L.4$ )

TABLA 10. Triángulo para la prueba de Duncan. Las diferencias entre las medias aritméticas marcadas con asteriscos son significativas. Las diferencias debajo de la doble línea no fueron significativas.

Orden decreciente de medias		FEB.    ENE.    MAR.    JUN.    MAY.    JUL.				
Orden creciente de medias		$\bar{X} = 103.8$ $\bar{X} = 90.43$ $\bar{X} = 74.73$ $\bar{X} = 52.46$ $\bar{X} = 44.43$ $\bar{X} = 28.83$				
JUL. $\bar{X} = 28.82$	74.97*	61.6*	45.9*	23.63	15.6 <sup>N.S.</sup>	
L.S.	41.58	40.78	39.86	38.54	36.56	
MAY. $\bar{X} = 44.73$	59.37*	46*	30.3 <sup>N.S.</sup>	8.03 <sup>N.S.</sup>		
L.S.	40.78	39.86	38.54	36.56		
JUN. $\bar{X} = 52.46$	51.34*	37.97 <sup>N.S.</sup>	22.27 <sup>N.S.</sup>			
L.S.	39.86	38.54	36.56			
MAR. $\bar{X} = 74.73$	29.07 <sup>N.S.</sup>	15.7 <sup>N.S.</sup>				
L.S.	38.54	35.56				
ENE. $\bar{X} = 90.43$	13.57 <sup>N.S.</sup>					
L.S.	36.56					
FEB. $\bar{X} = 103.8$						



**FIGURA 14** DIAGRAMA DE DISPERSION PARA LOS VALORES DE PRECIPITACION Y POBLACION.

## DISCUSION

Odum (1972), afirma que en comunidades de bosque y selva tropicales, periódicamente caen al suelo grandes cantidades de materia orgánica y diferentes nutrientes inorgánicos - que tienen que ser degradados y reciclados a través de las cadenas alimenticias de detritos, lo que implica un aumento en la diversidad de nichos en el suelo, los cuales son ocupados por una gran cantidad de detritívoros de diferentes tipos que contribuyen al ciclo de los nutrientes y por consiguiente a la estabilidad de las comunidades. Esto explica la diversidad relativamente alta de grupos taxonómicos de microartrópodos del suelo observada en el presente estudio (Tabla 1), ya que éste se realizó en una comunidad de bosque húmedo tropical con una diversidad florística alta.

Kühnelt (1963) y Borrer & DeLong (1964), mencionan un poco más de 20 grupos taxonómicos de microartrópodos que presentan especies que habitan el suelo en forma característica, lo cual es superior a la diversidad observada en el presente trabajo, en el que se obtuvieron 16 grupos, así como estadios inmaduros de Insecta (Tabla 1).

Serafino & Fraile Merino (1978), observaron una diversidad de 13 grupos taxonómicos de microartrópodos y larvas de Insecta en el suelo de un bosque, la cual es similar a la obtenida en el presente trabajo, con excepción de Palpigrada

e Isopoda que no fueron observados; además en este estudio se observaron los grupos Thysanoptera, Corrodentia, Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera (Tabla 1).

Según Odum (1972), del total de especies que integren un componente trófico o una comunidad, sólo unas pocas especies o grupos de éstas son más abundantes y tienen mayor influencia en el control de la comunidad, es decir, son dominantes ecológicos; mientras que un mayor número son escasas, radicando su importancia en que condicionan en gran parte la diversidad de las especies en los grupos tróficos y en las comunidades, lo cual está relacionado con la estabilidad de éstas. Una situación semejante se observó en el presente estudio, en el que los valores de frecuencia y densidad relativa obtenidos para los grupos Acarina y Collembola (Tablas 3 y 4) determinaron los máximos índices de valor de importancia en estos grupos durante todo el período de estudio (Tabla 5); en las mismas tablas se puede ver que estos valores fueron relativamente bajos en los grupos restantes.

Kühnelt (1963) y Kowall & Crossley (1971), establecen que Acarina y Collembola son grupos con especies principalmente saprófagos que trituran los detritos e inician y promueven la liberación y circulación de los nutrientes contenidos en tejidos vegetales y animales muertos, en hongos y en heces. Lo anterior concuerda con los resultados obte-

nidos en el presente trabajo, en el que Acarina y Collembola, fueron dominantes durante todo el período de estudio (Tabla 5) lo que confirma la importancia de estos grupos de microartrópodos en el sistema de detritos de bosque.

De La Cruz Acosta (1964), Kowall & Crossley (1971) y Serafino & Fraile Merino (1978), encontraron que tanto Acarina como Collembola son los grupos de microartrópodos dominantes en suelos de bosque, lo cual es similar a los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que los máximos índices de valor de importancia fueron determinados para dichos grupos, lo que significa que fueron dominantes entre los microartrópodos observados durante todo el período de estudio, tal como se muestra en la Tabla 5.

Gochenaur (1978), citado por Girón (1982), considera como poblaciones similares las que presentan un índice de similitud arriba de 70%. De acuerdo a esto, las poblaciones de microartrópodos observados en el presente trabajo fueron similares durante los seis meses de estudio, ya que los valores de índice de comunidad, que expresan el grado de diferencia o similitud en la composición de microartrópodos entre los diferentes meses, fueron superiores que 0.80 (Tabla 6), lo cual indica una similitud de más de 80% en la composición faunística en los meses bajo comparación.

Wittaker (1975), afirma que la diversidad en las poblaciones y la similitud de ésta entre muestras diferentes

son consecuencia de la diversificación de nichos y hábitats de las especies, lo cual se relaciona con la estabilidad de las comunidades. Esto explica el alto porcentaje de similitud determinado en las poblaciones de microartrópodos observados en el presente estudio (Tabla 6), ya que éste se realizó en una comunidad de bosque con características de estabilidad.

Según Butcher et al. (1971), muchas especies de Acarina y Collembola necesitan agruparse para fines de reproducción, y en muchos casos los huevos son depositados en apilamientos; además el contacto corporal parece ser importante para que se lleve a cabo la muda en las poblaciones, ya que algunas especies se agregan en los sitios donde ese proceso se realiza. Esto se relaciona con los resultados obtenidos en el presente estudio en el que Acarina y Collembola presentaron los valores más altos del índice de Lexis (Tabla 7), lo cual significa que las poblaciones de éstos presentaron una fuerte tendencia a la agregación.

Clarke & Grant (1968) y Serafino & Fraile Merino (1978), han encontrado fenómenos de agregación en Acarina y Collembola en diferentes tipos de suelo, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que dichos grupos presentaron distribución agregada durante todo el período de estudio (Tabla 7).

Odum (1972), establece que la agregación en las poblaciones constituye el tipo de distribución más corriente, lo cual representa un valor de supervivencia, ya que los individuos agrupados de esa manera reducen su mortalidad durante períodos desfavorables o ante los ataques de otros organismos. Una situación semejante se observó en el presente estudio, ya que la distribución agregada fue determinada en algunos meses en los grupos Araneae, Pauropoda, Protura, Hemiptera, Hymenoptera y en los estadios inmaduros de Insecta, aunque en menor grado que Acarina y Collembola (Tabla 7).

De acuerdo con Odum (1972), los tipos de distribución uniforme y casual se presentan cuando la competencia entre los individuos de una población es activa o donde existe antagonismo positivo que causa un espaciamiento regular (distribución uniforme), y cuando el medio es uniforme y la competencia entre individuos no es muy severa (distribución casual). Estos tipos de distribución fueron determinados en el presente trabajo en los grupos Pseudoescorpionida, Chilopoda, Diplopoda, Symphyla, Diplura, Thysanoptera, Corrodentia, Homoptera e Hymenoptera, tal como se muestra en la Tabla 7.

Serafino & Fraile Merino (1978), determinaron distribución casual y agregada en Diplura, Symphyla y Pauropoda en diferentes suelos en Costa Rica. Estos resultados concuer-

dan parcialmente con los obtenidos en el presente trabajo, en el que se determinó distribución casual en los tres grupos mencionados, y distribución agregada solamente en Pauropoda, durante dos meses (Tabla 7).

Los valores mensuales de población total de microartrópodos arrojaron un máximo de 39,923 individuos/m<sup>2</sup> en el mes de Febrero (Tabla 8).

Serafino & Fraile Merino (1978), han obtenido valores de población superiores a los del presente estudio, determinando un total de 57,750 individuos/m<sup>2</sup> en suelos de bosque tropical, en un período de 45 días; los valores obtenidos por estos autores para diferentes grupos taxonómicos, expresados en individuos/m<sup>2</sup>, fueron: Acarina: 23,137.5; Araneae: 75.0; Pseudoescorpionida: 75.0; Chilopoda: 125.0; Diplopoda: 375.0; Symphyla: 1,100.0; Pauropoda: 212.5; Protura: 1675.0; Diplura: 375.0; Collembola: 15,125.0; Homoptera: 10,912.0 y larvas de Insecta: 575.0, los cuales son superiores a los obtenidos en el presente estudio para los mismos grupos (Tabla 8), excepto Acarina, Araneae, Pseudoescorpionida, Pauropoda y los estadíos inmaduros de Insecta, los cuales presentaron por lo menos en un mes valores superiores a los reportados para estos grupos por los autores antes citados. Kühnelt (1963), afirma que los resultados de estudios de cambios estacionales en poblaciones de microartrópodos dependen del sitio de muestreo,

número y tamaño de las muestras, así como la eficiencia del método de extracción empleado por cada investigador, lo cual explica las diferencias entre los valores de población reportados por otros autores y los obtenidos en el presente estudio (Tabla 8).

Las curvas de población total (Figura 4), así como las de la mayoría de grupos taxonómicos colectados, muestran que los valores más altos se obtuvieron en los meses de la época seca, descendiendo en el período lluvioso. Lo anterior indica que la precipitación es un factor limitante en las poblaciones de microartrópodos en la mayoría de los grupos observados.

El análisis de varianza con prueba de F realizado con los valores mensuales de población total revelaron que las diferencias entre los valores promedios de población mensual - fueron significativas entre al menos un par de medias, puesto que el valor obtenido de  $F = 4.74$  con 5 grados de libertad para la muestra fue mayor que los valores tabulados de  $F(p \leq 0.05$  y  $p \leq 0.01)$  (Tabla 9).

La prueba de Duncan efectuada con los valores de población total reveló que al comparar los promedios mensuales entre los períodos seco y lluvioso las diferencias resultaron - significativas ya que los valores de éstas para cada par comparado fueron superiores que sus respectivos límites de signi

ficancia, mientras que las diferencias de promedios entre meses de una misma época no fueron significativas puesto que los valores calculados para cada par comparado fueron inferiores que los límites de significancia respectivos (Tabla 10).

Lo anterior sugirió la existencia de una asociación entre la precipitación pluvial y las poblaciones de microartrópodos durante el tiempo de estudio, lo cual se comprobó mediante un diagrama de dispersión (Figura 14) y por el cálculo del coeficiente de correlación, determinándose una correlación negativa.

Andrewartha & Birch (1954), citado por Wittaker (1975), afirman que las poblaciones naturales fluctúan en respuesta a cambios ambientales, ya que éstos reducen el tiempo en el cual las condiciones son favorables para el incremento de las poblaciones; además las influencias limitando las fluctuaciones son necesarias para la supervivencia a largo plazo de las poblaciones. Esto explica los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que la precipitación pluvial fue el factor ambiental limitante de las fluctuaciones en la población de los microartrópodos tal como lo demuestra el diagrama de dispersión (Figura 14) y la correlación negativa determinada.

Por otro lado, Kühnelt (1963), señala que existen diferencias entre los microartrópodos del suelo en cuanto a su capacidad para sobrevivir en los poros inundados, dependiendo ésta de la habilidad para aprovechar burbujas de aire que se

forman, ya que el oxígeno utilizable por estos organismos es disminuido por el agua que penetra en los poros. Lo anterior se relaciona con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que los valores de población de la mayoría de grupos de microartrópodos disminuyeron en la época lluviosa, principalmente Pseudoescorpionida y Diplopoda (Figura 6), Paupoda (Figura 7) y Thysanoptera (Figura 10) que presentaron valor de cero en el mes de Junio, que fue el mes más lluvioso durante el tiempo de estudio, mientras que los valores de Corrodentia aumentaron en esta época (Figura 10).

Fraile Merino & Serafino (1978), obtuvieron los máximos valores de población en Acarina, Collembola, Protura y Homoptera al inicio de la estación lluviosa en el suelo de un cafetal, disminuyendo gradualmente a medida que los valores de precipitación pluvial aumentaron. Una situación similar se observó en el presente estudio, puesto que los valores de población en estos grupos de microartrópodos disminuyeron en la época lluviosa (Figuras 5, 9, 8 y 11).

Butcher et al. (1971) y Herrera de Fournier & Fournier (1977), han reportado incrementos en las poblaciones de microartrópodos del suelo al inicio de la estación lluviosa en diferentes terrenos, lo cual es diferente a los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que la mayoría de grupos taxonómicos disminuyeron sus valores de población al inicio.

de la estación lluviosa; sin embargo los grupos Thysanoptera y *Collembola* incrementaron sus valores en la misma época (Figura 10).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La diversidad de microartrópodos en el suelo de la ladera suroeste del volcán "Cerro Verde" se mantuvo en el rango de 12 a 17 grupos taxonómicos, lo cual es relativamente alto, debido a la gran cantidad de materia orgánica que se deposita y que es degradada a través de las cadenas de detritos.

Los índices de similitud, arriba de 80%, señalan que las poblaciones de microartrópodos fueron similares durante los seis meses de estudio, lo cual junto a la diversidad observada, sugiere que forman parte de una comunidad estable.

Los grupos taxonómicos con mayores índices de valor de importancia fueron Acarina y Collembola, lo que significa que son dominantes sobre los demás grupos observados, confirmando que forman una parte considerable de la microfauna del suelo. Además, la dominancia de unos pocos grupos taxonómicos sobre la mayoría, indica estabilidad en las comunidades.

Los valores más altos del índice de Lexis se determinaron en los grupos Acarina y Collembola. Esto significa que presentan una fuerte tendencia a la agregación, lo que representa un factor favorable para la supervivencia de estas poblaciones.

Los valores máximos de población total, así como los de la mayoría de grupos taxonómicos, se registraron en los

meses de la época seca, resultando significativas las diferen  
cias entre estos valores y los del período lluvioso.

El coeficiente de correlación y el diagrama de dispersión determinados para los valores de población total y preci  
pitación pluvial, revelaron la existencia de una correlación negativa entre ambas variables. Esto significa que la preci  
pitación pluvial es un factor limitante de las poblaciones de microartrópodos, el cual es necesario para la supervivencia a largo plazo de las poblaciones.

Se recomiendan estudios similares en suelos de diferen  
tes comunidades naturales, así como en aquellos destinados pa  
ra agro cultivos, con el fin de comparar la diversidad y abundancia de microartrópodos, así como el efecto limitante que e  
ejerce la precipitación pluvial sobre las poblaciones, ya que estos contribuyen en la humificación y fertilización de los suelos.

## LITERATURA CITADA

- ALICATA, P., R. ARCIDIACONO, D. CARUSO & I. MARCELINO. 1973. Distribution et fluctuation saisonnières des populations de quelques espèces d'Oribates (Acaréens) d'un bois de chêne de l'Étne. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 10: 535-557.
- ANANTHAKRISHNAN, T.N. 1979. Biosystematics of Thysanoptera. *Ann. Rev. Entomol.* 24:159-183.
- ANDERSON, N.H. & J.R. SEDELL. 1979. Detritus processing by macroinvertebrates in streams ecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 24:351-377.
- ANDREWARTHA, H.G. & L.C. BIRCH. 1954. The Distribution and Abundance of Animals. Univ. Chicago. 782pp.
- BENERJEE, B. 1967. Seasonal changes in the distribution of the millipede Cylindroiulus punctatus (Leach) in decaying logs and soil. *Ecol.* 36:171-177.
- BERRY, P.A. 1959. Entomología Económica de El Salvador. Publicaciones del Servicio Cooperativo Agrícola Salvadoreño Americano, M.A.G. Santa Tecla, El Salvador, 255pp.
- BORROR, D.J. & D.M. DELONG. 1964. An Introduction to the Study of Insects. Holt, Rinehart & Winston, Inc., New York, 819pp.
- BUTCHER, J.W., R. SPIDER & R.J. SPIDER. 1971. Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. *Ann. Rev. Entomol.* 16:249-288.
- CLARKE, R.D. & P.R. GRANT. 1968. An experimental study of the role of spiders as predators in a forest litter community. *Ecol.* 49:1152-1154.

- CURRY, J.P. 1969. The decomposition of organic matter in soil. Part I. The role of the fauna in decaying grass land herbage. *Soil. Biochem.* 1:253-258.
- DE LA CRUZ ACOSTA, A. 1964. A preliminary study of organic detritus in a tropical forest ecosystem. *Rev. Biol. Trop.* 12(2):175-185.
- FRAILE MERINO, J.A. & A. SERAFINO. 1978. Variaciones mensuales en la densidad de microartrópodos edáficos en un cafetal de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 26(2):291-301.
- GAMUNDI, J.J., A.M. ARAMBARRI & A. GIAIOTTI. 1977. Microflora de la hojarasca de Nothofagus dombeyii. *Darwiniana* 21:81-113.
- GAYLOR, M. & G.W. FRANKIE. 1979. The relationship of rainfall to adult flight activity; and of soil moisture to oviposition behavior and egg and first instar survival in Phyllophaga crinita (Burmeister). *Environ. Entomol.* 8(4):591-594.
- GIRON, M.E. 1982. Estudio de poblaciones fúngicas en el litter de una comunidad del Cerro Verde. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador (Tesis de Licenciatura) 58pp.
- GOCHENAUR, S.E. 1978. Fungi of a Long Island oak bich forest I. Community organization and seasonal occurrence of the opportunistic decomposers of the A horizon. *Mycologia* 70:975-994.
- GUSTIN, R.D. 1979. Effect of two moisture and population levels on oviposition of the western corn rootworm. *Environ. Entomol.* 8(3):406-407.
- HALE, W.G. 1971. Colémbolos. In A. Buges & F. Raw (eds.) *Biología del Suelo*. Omega, Barcelona, p. 463-479.

- HERRERA DE FOURNIER, M.E. & L.A. FOURNIER. 1977. Producción, descomposición e invertebrados del mantillo en varias etapas de la sucesión en Ciudad Colón, Costa Rica, Rev. Biol. Trop. 25(2):275-288.
- KOWALL, N.E & D.A. CROSSLEY, Jr. 1971. The ingestion rates of microartropods in pine mor, estimated with radioactive calcium. Ecol. 52:444-452.
- KRAUSSE, A. 1928. Zur terminologie der edaphischen biozonosen. Intern. Entomol. Z., 22:110-111.
- KUHNELT, W. 1963. Soil inhabiting arthropoda. Ann. Rev. Entomol. 8:115-136.
- LAUER, W. 1954. Las formas de la vegetación de El Salvador. Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. 3(1):41-45.
- MONTOYA, J.M. & V.M. ROSALES 1977. Dominancia y distribución de plántulas del Cerro Verde. Com. 1(1): 5-18.
- ODUM, E. 1972. Ecología, 3a. Edic. Nueva Editorial Continental, S.A., México, D.F. 639pp.
- O'NEILL, R.V. 1967. Niche segregation in seven species of diplopods. Ecol. 48:983.
- REYES CASTAÑEDA, P. 1983. Bioestadística Aplicada. 2a. reimpresión. Ed. Trillas, México, D.F. 216pp.
- ROACH, S.H. & A.R. HOPKINS. 1979. Heliothis spp. Behavior of prepupae and emergences of adults from different soils at different moisture levels. Environ. Entomol. 8(3): 388-391.
- ROSALES, V.M. & C.L. DIAZ DE SIBRIAN. 1977. Manual de Laboratorio de Ecología General. Departamento de Biología. Universidad de El Salvador. 36pp.

- ROSALES, V.M. 1977. Vegetación arbórea del Cerro Verde: distribución altitudinal, dispersión y dominancia. *Comun.* 1(1):23-40.
- ROSS, H.H. 1964. Introducción a la Entomología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 536 pp.
- SERAFINO, A. & J. FRAILE MERINO. 1978. Poblaciones de microartrópodos en diferentes suelos de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 26(1):139-151.
- SERVICIO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1986. Almanaque Salvadoreño. Centro de Recursos Naturales. Ministerio de - Agricultura y Ganadería. San Salvador. 96pp.
- TÓRANZOS, F.I. 1968. Estadística. 3a. Edición. Editorial Kapelusz. Buenos Aires. 377pp.
- WALLWORK, J.A. 1976. The Distribution of Soil Fauna. Academic Press, London. 355pp.
- WHITTAKER, R.H. 1975. Communities and Ecosystems. 2nd Ed. McMillan Publishing Co., Inc. New York. 387pp.

A N E X O I

VALORES MENSUALES DE PRECIPITACION PLUVIAL EN EL CERRO VERDE, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE DICIEMBRE DE 1981 Y AGOSTO DE 1982.

M E S	PRECIPITACION (mm.)
Diciembre	28.9
Enero	20.7
Febrero	33.1
Marzo	25.8
Abril	52.1
Mayo	403.0
Junio	603.1
Julio	385.2
Agosto	236.6

A N E X O II

VALORES PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA EN EL CERRO VERDE, DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE DICIEMBRE DE 1981 Y AGOSTO DE 1982.

M E S	TEMPERATURA (°C)
Diciembre	14.7
Enero	14.4
Febrero	14.7
Marzo	15.1
Abril	15.5
Mayo	15.7
Junio	15.5
Julio	15.3
Agosto	15.8